

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Oktober 2001 (04.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/72467 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23P 19/00**,
19/04, B23Q 7/10, B81C 3/00, G04D 1/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/03642

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. März 2001 (30.03.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 16 017.4 31. März 2000 (31.03.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ
GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse 18-20, 55129 Mainz
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **EHRFELD, Wolfgang**
[DE/DE]; Kehlweg 22, 55124 Mainz (DE). **BERG, Udo**
[DE/DE]; Dr.-Karl-Schramm-Strasse 7, 55129 Mainz
(DE).

(74) Anwälte: **FUCHS, Jürgen, H.** usw.; Abraham-Lincoln-
Strasse 7, 65189 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

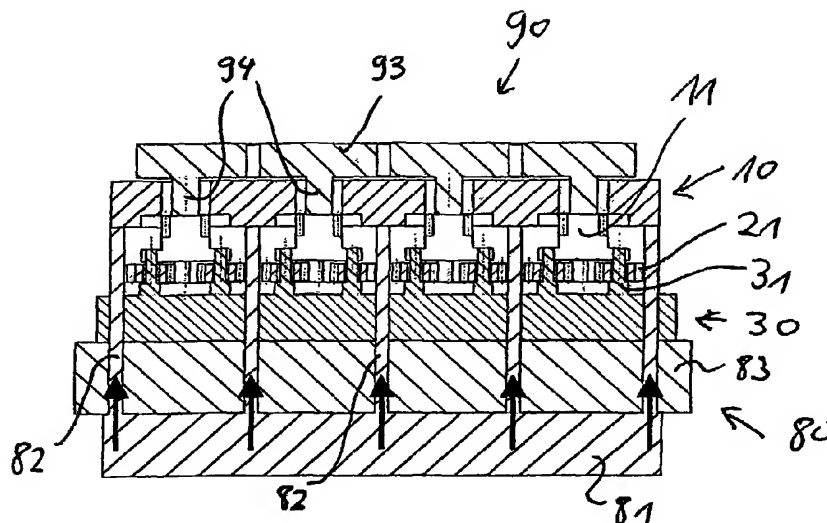
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ASSEMBLING CASSETTE-LOADED MICROCOMPONENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR MONTAGE VON MAGAZINIERTEN MIKROBAUTEILEN



(57) Abstract: Disclosed is a method for assembling cassette-loaded microcomponents (11,21,31), requiring only a small number of component-specific ejector tools and capable of being implemented more quickly. According to the inventive method, at least two cassettes (10,30) provided with component carriers are used, whereby each cassette has at least one type of component and the positions of the components are adapted to each other. At least one cassette (30) acts as a base plate cassette wherein the microcomponents (31) are arranged on a base plate acting as a component carrier. At least one joint assembly step is carried out, wherein two cassettes (10,30) are respectively placed opposite each other and all microcomponents (11,31) in the joined cassettes are simultaneously assembled to form sub-assemblies or component units. The component carriers of the cassettes are subsequently withdrawn. During assembly, the microcomponents can also be held in a rotationally secure position. The invention also relates to an assembly device for assembling cassette-loaded microcomponents.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/72467 A1



-
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Montage von magazinierten Mikrobauteilen (11, 21, 31) beschrieben, das mit einer geringen Anzahl von bauteilspezifischen Ausdruckswerkzeugen auskommt und schneller durchführbar ist. Das Verfahren sieht vor, dass mindestens zwei, Bauteilträger aufweisende, Magazine (10, 30) mit jeweils mindestens einer Bauteilsorte und mit jeweils aufeinander abgestimmten Bauteilpositionen verwendet werden, wovon mindestens ein Magazin (30) ein Grundplattenmagazin ist, bei dem die Mikrobauteile (31) auf einer Grundplatte als Bauteilträger angeordnet sind. Es wird mindestens ein Flugeschritt durchgeführt, bei dem jeweils zwei Magazine (10, 30) gegenüberliegend angeordnet und alle Mikrobauteile (11, 31) der beiden Magazine im Magazinverbund gleichzeitig zu Bauteilgruppen oder zu Bauteileinheiten zusammengefügt werden. Die Bauteilträger der Magazine werden anschliessend entfernt. Während der Montage können die Mikrobauteile auch verdrehgesichert gehalten werden. Es wird auch eine Montagevorrichtung für die Montage von magazinierten Mikrobauteilen beschrieben.

Verfahren zur Montage von magazinierten Mikrobauteilen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Montage von magazinierten Mikrobauteilen gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 sowie eine Montagevorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 15.

Die bisher übliche Vorgehensweise zur Magazinierung von Mikrobauteilen besteht darin, die Komponenten auf Träger- und Transportvorrichtungen so anzuliefern, daß sie für den Montagevorgang mittels spezieller Greifwerkzeuge von dem Träger aufgenommen werden können. Je nach Bauform der Einzelkomponenten sind diese in definiertem Abstand, z.B. auf einseitig klebefähigen Bändern (Bluetape) angebracht oder in sonstigen Gelpacks durch ein Gel lagegerecht fixiert (F+M Feinwerktechnik Mikrotechnik Mikroelektronik 105, 1997, 43-45). Andere Methoden bestehen darin, die Mikrobauteile in schachbrettartigen Vertiefungen rechteckförmiger Tablettts oder in modular aufgebauten Magazinen lage- und greifgerecht zu positionieren (41. Internationales wissenschaftliches Kollegium der TU Ilmenau, 25.09.96). Das Ordnungsschema erlaubt ein definiertes Greifen oder Abnehmen dieser Teile vom Träger.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist jedoch, daß zur Relativpositionierung und Ordnung der Teile häufig nicht das Ordnungsschema des Fertigungsprozesses genutzt wird, sondern stattdessen die Mikrobauteile zunächst als Schüttgut geliefert und sodann zeitraubend auf die obengenannten Transportmittel positions- und greifgerecht aufgesetzt werden. Damit wird nach dem

Fertigungsprozeß ein Zwischenschritt zur Magazinierung benötigt, dessen Komplexität erheblich ist und mit dem späteren Mikromontageschritt an Aufwand vergleichbar ist.

Um die Handhabung von Mikrobauteilen zu vereinfachen, wurden sogenannte Folienmagazine entwickelt, die in der DE-OS 197 09 136 beschrieben sind. Es handelt sich hierbei um scheibenförmige Platten, in die die Mikrobauteile derart integriert sind, daß die Mikrobauteile an den seitlichen Flächen formschlüssig umfaßt werden. Die scheibenförmige Platte bzw. das die Mikrobauteile umgebende Magazinmaterial bildet hierbei den Bauteilträger. Zur Herstellung solcher Folienmagazine mit Mikrobauteilen werden diese zunächst als Erhebungen auf einer stoffgleichen Bauteilgrundplatte mit einem Vakuumgieß-, Spritzgieß-, Reaktionsgieß- oder Heißprägeverfahren gefertigt. Anschließend werden die Mikrobauteile mittels eines sich verfestigenden Formstoffes eingegossen. Danach wird die Mikrobauteilgrundplatte und gegebenenfalls der die Mikrobauteile überdeckende Formstoff entfernt, so daß die Stirnflächen der Mikrobauteile freiliegen.

Um die Mikrobauteile zu montieren, wird das Magazin erfaßt und so positioniert, daß das jeweils zu montierende Mikrobauteil sich am bestimmungsgemäßen Ort befindet, wo es beispielsweise mit einem weiteren Mikrobauteil verbunden wird. Hierzu muß das Mikrobauteil aus dem Folienmagazin herausgedrückt und auf das vorhandene Mikrobauteil gedrückt werden.

Bei folienmagazinierten Bauteilen sind vor dem eigentlichen Fügevorgang, abhängig von der Bauteilgeometrie und der Montageaufgabe, unterschiedliche Vorbereitungsschritte erforderlich.

Bei ring- bzw. hülsenförmigen Bauteilen sind Magazinkerne zu entfernen. Das Ausdrücken der Kerne während des Fügens mittels der Strukturen des

Fügepartners ist insbesondere dann nicht möglich, wenn der Fügepartner aus Kunststoff besteht, weil dieser eine zu geringe Knicksteifigkeit aufweist. Aufgrund der relativ hohen Kräfte, die zur Trennung von Bauteil und Magazin aufzubringen sind, müssen die Kerne vor dem Fügen mit metallischen Werkzeugen entfernt werden.

Das Ausdrücken von Mikrobauteilen aus Folienmagazinen erfordert teilweise erhebliche Kräfte. Zu Beginn des Ausdrückvorgangs sind diese Kräfte am höchsten, da die Mikrobauteile zunächst aus dem Magazinmaterial gelöst werden müssen. Ursache sind vermutlich Mikrorauheiten, die durch die relative Bewegung von Bauteil und Magazin zueinander abgeschert werden. Gleichzeitig wird ein Stick-Slip-Effekt beobachtet, d.h. nachdem die Haftreibung beim Ausdrücken überwunden worden ist, tritt die geringere Gleitreibung auf.

Um die Ausdrückkraft beim Fügevorgang zu mindern, werden die Mikroteile, die in Füge-richtung aus dem Magazin entnommen werden, daher zur Vorbereitung des Fügens zunächst teilweise aus dem Magazin herausgedrückt.

Für das Ausdrücken von Mikrokomponenten aus dem Magazin werden bauteilspezifische Werkzeuge (Ausdrückstifte) benötigt.

Die maximale Querschnittsfläche des Werkzeuges wird von der Größe der stirnseitigen Fläche des Mikroteils und der Toleranz der Montagemaschine bestimmt. Beispielsweise entspricht bei kreisförmigen Querschnitten der maximale Werkzeugdurchmesser dem kleinsten Durchmesser der Stirnfläche abzüglich der doppelten Maschinenpositionierungsgenauigkeit. Die minimale Länge des Ausdrückwerkzeuges ist durch die Dicke des Folienmagazins vorgegeben. Mit zunehmender Höhe eines Mikrobauteils werden folglich einerseits die zu überwindenden Haftkräfte größer und andererseits wird der Ausdrückstift länger, wodurch die Knicksteifigkeit des Werkzeuges herabgesetzt

wird. Damit ist der Anwendbarkeit der Folienmagazinierung eine physikalische Grenze hinsichtlich des realisierbaren Aspektverhältnisses gesetzt.

Die Bauteilgeometrie schreibt beim Ausdrücken des Mikroteils aus dem Magazin die Entnahmerichtung vor, während die Fügerichtung durch die Montageaufgabe bestimmt wird.

Bauteile, bei denen die Entnahme in Fügerichtung möglich ist, können direkt aus dem Magazin heraus mit dem Fügepartner gefügt werden. Direkt gefügt werden können zylindrische Bauteile sowie solche, die sich in Fügerichtung verdicken.

Dagegen müssen Bauteile, die sich in Fügerichtung verjüngen, zunächst entgegengesetzt der Fügerichtung aus dem Folienmagazin entnommen werden. Hierzu müssen die Mikrobauteile in einer bauteilspezifischen Vorrichtung, z.B. durch Anlegen eines Unterdrucks, fixiert werden. Diese Vorrichtung dient als Zwischenlager bis die Fügepartner diese Aufgabe übernehmen bzw. im Fall von Basisteilen, bis die Baugruppenmontage abgeschlossen ist. Die Handhabung solcher Bauteile ist daher wesentlich aufwendiger als bei Bauteilen, die in Fügerichtung entnommen werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Montage von magazinierten Mikrobauteilen bereitzustellen, das mit einer geringeren Anzahl von bauteilspezifischen Ausdrückwerkzeugen auskommt und schneller durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, daß mindestens zwei, Bauteilträger aufweisende, Magazine mit jeweils mindestens einer Bauteilsorte und mit jeweils aufeinander abgestimmten Bauteilpositionen verwendet werden, wovon mindestens ein Magazin ein Grundplattenmagazin ist, bei dem die Mikrobauteile auf einer Grundplatte als

Bauteilträger angeordnet sind, daß mindestens ein Fügenschritt durchgeführt wird, bei dem jeweils zwei Magazine gegenüberliegend angeordnet und jeweils mehrere Mikrobauteile der beiden Magazine im Magazinverbund gleichzeitig zu Bauteilgruppen oder zu Bauteileinheiten zusammengefügt werden, und daß anschließend die Bauteilträger der Magazine entfernt werden.

Die parallele Montage der Mikrobauteile im Magazinverbund aus den Magazinen heraus ermöglicht die Herstellung einer Vielzahl von Bauteilgruppen in kürzerer Zeit. Eine zeitaufwendige Einzelmontage der Mikrobauteile entfällt. Die Mikrobauteile sind bereits beim Herstellungsprozeß im Magazin mit definiertem Ordnungsgrad positioniert, so daß nur noch die Magazine zueinander ausgerichtet werden müssen. Dadurch wird in einem Verfahrensschritt gleichzeitig eine Vielzahl von zusammenzufügenden Mikrobauteilen zueinander ausgerichtet und für die Montage positioniert.

Als Herstellungsverfahren für Grundplatte und Mikrobauteile bietet sich vorzugsweise das Spritzgießen und/oder Heißprägen an. Hierbei können die Mikrobauteile und die Grundplatte aus demselben Material gefertigt sein, wobei die Grundplatte als Angußplatte dient. Für die Herstellung der Mikrobauteile und der Grundplatte aus unterschiedlichen Materialien ist das sogenannte Zweikomponenten-Spritzgußverfahren geeignet, bei dem beispielsweise zunächst die Mikrobauteile spritzgegossen und anschließend an die Mikrobauteile eine Grundplatte angegossen wird. Die Anbindung der Mikrobauteile kann vollflächig erfolgen oder teilflächig.

Diese Grundplattenmagazine haben den Vorteil, daß die Mikrobauteile zuerst mit weiteren Mikrobauteilen verbunden werden können und daß erst zu einem späteren Zeitpunkt die Grundplatte mechanisch entfernt werden muß. Durch die Verwendung von Grundplattenmagazinen werden Folienmagazine eingespart, die eine zweiseitige, mechanische Bearbeitung und hohe Ausdrückkräfte erforderlich machen. Dadurch, daß die Kräfte bei der Montage

auf das gesamte Grundplattenmagazin und somit großflächig aufgebracht werden, werden keine bauteilspezifischen Ausdruckwerkzeuge benötigt.

Je nach Montageaufgabe werden ausschließlich Grundplattenmagazine oder Grundplattenmagazine und Folienmagazine eingesetzt, wobei sich herausgestellt hat, daß mit abnehmender Anzahl an Folienmagazinen der Aufwand bis hin zur Montage wesentlich verringert werden kann.

Bei allen Montageaufgaben ist jedoch mindestens ein Grundplattenmagazin erforderlich, das vorzugsweise als Basismagazin verwendet wird. Dieses Basismagazin wird in eine Montagevorrichtung eingelegt und auf die auf der Grundplatte befindlichen Mikrobauteile werden nacheinander weitere Mikrobauteile im Magazinverbund aus anderen Magazinen montiert. An jedem Fügeschritt sind somit Bauteile des Basismagazins und Mikrobauteile eines weiteren Magazins beteiligt. Dies bedeutet, daß das Basismagazin bis zur Fertigstellung der Bauteilgruppen, die ein Zwischenprodukt oder ein Endprodukt, d.h. eine Mikrobauteileinheit, wie z.B. ein Mikrogetriebe sein kann, erhalten bleibt. Erst nach Beendigung der Montageaufgabe wird die Grundplatte des Basismagazins mechanisch entfernt.

Bei der Verwendung von Folienmagazinen ist es zur Verringerung der Montagekräfte und zur Schonung des jeweiligen Fügepartners vorteilhaft, in einem separaten Verfahrensschritt eventuell vorhandene Bauteilkerne zu entfernen. Die Mikrobauteile des Folienmagazins werden vorzugsweise im Magazinverbund auf die Mikrobauteile des gegenüberliegenden Magazins gedrückt und anschließend wird der Bauteilträger des Folienmagazins von den Mikrobauteilen gelöst. Es können auch Folienmagazine verwendet werden, die im Zweikomponenten-Spritzgußverfahren hergestellt werden, wobei der Bauträger mit Haftkontakt an Teilen der seitlichen Flächen hergestellt wird.

Bei der Verwendung von Grundplattenmagazinen werden diese zum Zusammenfügen der Mikrobauerteile gegeneinandergedrückt. Vorzugsweise werden die zusammengefügt Mikrobauerteile in eine Fixiermasse eingebettet und anschließend wird die Grundplatte eines der beiden Grundplattenmagazine entfernt. Als Fixiermasse wird eine beispielsweise chemisch oder thermisch auflösbare Masse, wie z.B. Wachs, verwendet. Vorzugsweise wird die Grundplatte abgefräst, abgedreht oder abgeschliffen.

Wenn damit der Fügeprozeß beendet ist, wird auch die Grundplatte des Basismagazins entfernt und die Fixiermasse bildet ein Gruppenmagazin vorzugsweise in Form eines Folienmagazins, das zum Transport der aus zwei oder mehreren Mikrobauerteilen gefertigten Bauteilgruppen dient.

Wenn der Fügeprozeß fortgesetzt werden soll, wird die Fixiermasse, nicht jedoch die Grundplatte des Basismagazins entfernt, so daß die Bauteilgruppen freiliegen und weitere Mikrobauerteile aufnehmen können, die in weiteren Fügeschritten aus Folien- oder Grundplattenmagazinen heraus montiert werden. Die so fertiggestellten Bauteilgruppen oder Bauteileinheiten können insgesamt in eine Fixiermasse eingegossen werden, die in diesem Fall das Gruppenmagazin bildet.

Bei einigen Bauteileinheiten, wie z.B. Mikrogetrieben, kommt es beispielsweise für eine automatisierte Montage darauf an, daß mindestens ein Teil der Mikrobauerteile gegen Verdrehen gesichert ist. Dies ist beispielsweise bei Zahnrädern von Bedeutung, die in einem weiteren Fügeschritt mit weiteren Zahnrädern gefügt werden müssen.

Vorzugsweise werden die Mikrobauerteile mittels auf der Grundplatte des Basismagazins befindlicher Fixierstrukturen und/oder mittels Fixierstrukturen einer Montagevorrichtung gesichert.

Die Mikrobauteile werden vorzugsweise bis zur Fertigstellung der Bauteilgruppen oder Bauteileinheiten oder des Gruppenmagazins verdrehgesichert gehalten.

Unter Mikrobauteilen können auch optische Fasern und die dazugehörigen Stecker verstanden werden. Die optischen Fasern können an einem Ende in einem Folienmagazin fixiert sein, wobei die Fasern parallel zueinander ausgerichtet sind.

Die dazugehörigen Stecker oder Steckerteile, die beispielsweise auf einem Grundplattenmagazin angeordnet sind, weisen an ihrer Oberseite Nuten auf, in die die optischen Fasern eingesetzt werden.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich Fasern und Stecker miteinander verbinden, indem ein Fügenschritt durchgeführt wird, bei dem das Fasermagazin gegenüberliegend zum Steckermagazin angeordnet wird und jeweils mehrere Fasern und Stecker im Magazinverband zu Bauteileinheiten in Form von Faser/Steckereinheiten zusammengefügt werden.

Anschließend werden die Bauteilträger der beiden Magazine entfernt.

Die erfindungsgemäße Montagevorrichtung für die Montage von magazinierten Mikrobauteilen mehrerer Mikrobauteilsorten zu Bauteilgruppen oder Bauteileinheiten, insbesondere zu Mikrogetrieben, ist gekennzeichnet durch ein Unterwerkzeug mit einer Montageplatte, die zur Aufnahme eines Grundplattenmagazins ausgebildet ist, wobei in der Montageplatte Montagestifte angeordnet sind, die senkrecht zur Plattenfläche beweglich sind. Ferner besitzt die Montagevorrichtung ein bewegliches Oberwerkzeug mit Haltemitteln für ein Grundplattenmagazin oder ein Folienmagazin.

Vorzugsweise weisen die Montagestifte mindestens in ihrem freien Endbereich Fixierstrukturen auf.

Das Oberwerkzeug weist vorzugsweise Ausstoßelemente auf. Dies ist dann von Bedeutung, wenn das Oberwerkzeug ein Folienmagazin trägt.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1-7 die Verfahrensschritte zur Vormontage eines Mikrogetriebes gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 8-15 die Verfahrensschritte zur Vormontage eines Mikrogetriebes gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 16-21 die Verfahrensschritte zur Endmontage eines vormontierten Mikrogetriebes gemäß der Fig. 1-7 bzw. 8-15,
- Fig. 22-29 die Verfahrensschritte bis zur Vereinzelung oder zur Magazinierung der Mikrogetriebe,
- Fig. 30-32 die Verfahrensschritte unter Berücksichtigung einer Verdrehsicherung,
- Fig. 33-36 die Verfahrensschritte zur Montage von einzelnen Getriebehülsen unter Berücksichtigung einer Verdrehsicherung gemäß einer ersten Ausführungsform, und

Fig. 37-40 die Verfahrensschritte zur Montage von magazinierten Getriebehülsen unter Berücksichtigung einer Verdrehsicherung, und

Fig. 41-43 die Verfahrensschritte zur Montage von Fasern und Steckern.

In der Fig. 1 sind ein erstes und ein zweites Folienmagazin 10,20 sowie ein erstes Grundplattenmagazin 30 dargestellt, wobei jedes Magazin eine Sorte Mikrobauteile aufweist. Im ersten Folienmagazin 10 sind Mikrobauteile 11 erster Art in der Form von Stegoberteilen angeordnet. Im zweiten Folienmagazin 20 sind Mikrobauteile 21 zweiter Art in Form von Planetenrädern angeordnet und das Grundplattenmagazin 30 weist als Bauteilträger eine Grundplatte mit Positionierlöchern 32 und Mikrobauteilen 31 dritter Art in Form von Stegunterteilen auf.

Diese drei Magazine 10, 20 und 30 werden in den nachfolgenden Fügeprozessen miteinander derart kombiniert, daß die Mikrobauteile nach dem Zusammenfügen ein Planetenradgetriebe bilden.

Zuvor werden jedoch die Bauteilkerne 22, die sich in den Zahnrädern 21 befinden, entfernt (s. Fig. 2). Hierzu ist eine Lochplatte 70 vorgesehen, die Öffnungen 71 aufweist, durch die die Bauteilkerne 22 mittels eines Ausdrückstiftes 72 herausgedrückt werden. Es ist auch möglich, ein kombiniertes Werkzeug mit mehreren Ausdrückstiften 72 vorzusehen.

In der Fig. 3 ist das Unterteil 80 einer Montagevorrichtung dargestellt, die eine Basisplatte 81 und darauf angeordnete Montagestifte 82 aufweist. Ferner ist eine Montageplatte 83 vorgesehen, auf der das erste Grundplattenmagazin 30 angeordnet ist, das die Funktion des Basismagazins übernimmt. Die Montageplatte 83 kann bezüglich der Montagestifte 82 in vertikaler Richtung beweglich angeordnet sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit, die

Montageplatte 83 ortsfest anzuordnen und die Basisplatte mit den Montagestiften 82 in vertikaler Richtung verschieblich vorzusehen. Die Montagestifte 82 greifen in die Positionierlöcher 32 des ersten Grundplattenmagazins 30.

Wie in der Fig. 4 gezeigt wird, wird von oben mittels des Oberteils 90 der Montagevorrichtung das zweite Folienmagazin 20 herangeführt. Das Oberteil 90 weist eine Basisplatte 91 und an der Unterseite angeordnete Ausstoßelemente 92 auf, die an den Zahnrädern 21 angreifen und diese halten. Bezüglich der Abmessungen sind die Ausstoßelemente an die Größe der Zahnräder 21 angepaßt. Das Folienmagazin 20 wird so über dem ersten Grundplattenmagazin 30 positioniert, daß sich die Zahnräder 21 über den zugeordneten Achsen der Stegunterteile 31 befinden.

Anschließend wird das Oberteil 90 abgesenkt, wie dies in der Fig. 5 dargestellt ist, so daß sich die im Magazinverbund befindlichen Zahnräder 21 auf die Achsen 35 der Stegunterteile 31 aufschieben.

Nachdem dieser Fügeprozeß beendet ist, werden die Montagestifte 82 gemäß Fig. 6 nach oben geschoben, wodurch der Bauteilträger des Folienmagazins 20 von den Zahnrädern 21 getrennt wird. Mittels der Basisplatte 91 wird der von den Zahnrädern 21 befreite Bauteilträger des Folienmagazins 20 entfernt, wie dies in der Fig. 7 dargestellt ist. Diese aus Stegunterteil 31 und Planetenrädern 21 bestehenden vormontierten Bauteilgruppen werden gemäß der in den Fign. 16-21 gezeigten Verfahrensschritte zu einer Stegbaugruppe eines Planetengetriebes und gemäß Fign. 33-36 und Fign. 37-40 zu einem Planetengetriebe vervollständigt.

In der Fig. 8 sind die Magazine 10,30,40 gemäß einer weiteren Ausführungsform dargestellt. Die Stegoberteile 11 sind ebenfalls in einem ersten Folienmagazin 10 und die Stegunterteile in einem ersten

Grundplattenmagazin 30 angeordnet. Im Gegensatz zur Fig. 1 sind die Mikrobauteile 21, d.h. die Zahnräder 21, auf einem zweiten Grundplattenmagazin 40 angeordnet. Die Verwendung von zwei Grundplattenmagazinen und einem Folienmagazin bedingt im Nachfolgenden unterschiedliche Fügeschritte.

In der Fig. 9 ist dargestellt, wie das erste Grundplattenmagazin 30 auf der Montageplatte 83 des Unterteils der Montagemaschine 80 positioniert ist. Es sind zwei Montagestifte 85 in der Basisplatte 81 angeordnet, die in der hier gezeigten Ausführungsform deutlich nach oben gegenüber dem ersten Grundplattenmagazin 30 vorstehen.

Das zweite Grundplattenmagazin 40 wird - wie in der Fig. 10 dargestellt wird - mit den Mikrobauteilen 21 nach unten weisend von oben aufgesetzt, wobei die Positionierstifte 85 auch das zweite Grundplattenmagazin 40 positionieren.

Das zweite Grundplattenmagazin 40 wird anschließend, wie in der Fig. 11 gezeigt wird, auf das erste Grundplattenmagazin 30 gedrückt, wodurch die Zahnräder 21 auf die Achsen 35 der Stegunterteile 31 aufgeschoben werden.

Anschließend wird die Basisplatte 81 mit den Montagestiften 85 nach unten abgesenkt, so daß die Grundplattenmagazine 30 und 40 von den Montagestiften 85 befreit sind (s. Fig. 12).

In einem weiteren Schritt, der in der Fig. 13 gezeigt ist, werden die beiden Magazine 30 und 40 in eine Fixiermasse 100 eingegossen. Dieses Eingießen ist erforderlich, damit in einem weiteren Schritt, der in der Fig. 14 gezeigt ist, die Grundplatte 40 des Grundplattenmagazins entfernt werden kann. Dies erfolgt mechanisch mittels einer Fräse 95. Anschließend wird eine Fixierplatte 96 aufgesetzt, wie in der Fig. 15 gezeigt wird.

Nachdem diese Vormontage stattgefunden hat, erfolgt die Endmontage, d.h. die Montage der Stegoberteile 11, die sich noch in dem ersten Folienmagazin 10 befinden. Ausgehend von der Fig. 6 bzw. ausgehend von der Fig. 15 und dem Entfernen der Fixiermasse 100 erhält man die in der Fig. 16 dargestellte Anordnung des Grundplattenmagazins 30 mit den Stegunterteilen 31 und den bereits montierten Zahnrädern 21.

Das Grundplattenmagazin 30 wird gemäß Fig. 17 im Unterteil 80 der Montagevorrichtung auf der Montageplatte 83 positioniert und mittels der Montagestifte 82 fixiert. Von oben wird mittels des Oberteils 90 der Montagevorrichtung das erste Folienmagazin 10 herangebracht und über dem Grundplattenmagazin 30 positioniert. Dieses Oberteil 90 besteht aus einer Basisplatte 93 mit an der Unterseite angeordneten Ausstoßelementen 94.

Das Folienmagazin 10 wird soweit abgesenkt, bis es auf den Montagestiften 82 aufliegt (s. Fig. 18). Anschließend wird die Basisplatte 93 weiter abgesenkt, so daß die Ausstoßelemente 94 die sich im Magazinverbund befindlichen Stegoberteile 11 aus dem Bauteilträger des Folienmagazins 10 teilweise lösen. Wie in der Fig. 19 dargestellt ist, werden anschließend die sich noch im Magazinverbund befindlichen Mikrobauteile 11 zusammen mit dem Folienmagazin 20 abgesenkt, bis die Mikrobauteile vollständig montiert sind. Dieser Vorgang wird in den Fig. 18-20 dargestellt.

Nachdem die Stegoberteile 11 montiert worden sind, wird mittels der Montagestifte 82 der Bauteilträger des Folienmagazins 10 nach oben gedrückt und von den Stegoberteilen 11 gelöst und mittels des Oberteils 90 der Montagevorrichtung entfernt (s. Fig. 20). Gleichzeitig werden die Montagestifte 82 soweit nach unten bewegt, daß sie noch das Grundplattenmagazin 30 fixieren (Fig. 21).

In der Fig. 22 erfolgt das Verbinden, beispielsweise Verschweißen, von Stegoberteil 11 und Stegunterteil 31, wodurch die Bauteileinheiten 51, d.h. die Mikrogetriebe, fertiggestellt werden. Danach wird das Grundplattenmagazin 30 von der Montageplatte 83 entfernt (s. Fig. 23).

Nachfolgend werden die Vorteile der beiden Montagekonzepte gegenübergestellt, wobei das Montagekonzept I die Fig. 1-7 und Fig. 16-21 und das Montagekonzept II die Fig. 8-15 und Fig. 16-21 betreffen.

Bei dem Montagekonzept I (Tabelle 1) werden nur die Planetenräder und die Stegoberteile in Folienmagazinen fixiert, wogegen die Stegunterteile in Form von Grundplattenmagazinen verwendet werden. Die Stegunterteile müssen vor dem Fügen nicht mehr aus einem Folienmagazin herausgedrückt und zwischengelagert werden, wodurch keine Aufnahmevorrichtung mehr notwendig ist. Außerdem reduziert sich mit der Anzahl der Folienmagazine auch die Anzahl der Sätze teilspezifischer Ausdruckwerkzeuge auf zwei.

Vor dem Fügen müssen jetzt nur noch die Planetenradkerne entfernt werden. Nach den beiden, unmittelbar hintereinander ausgeführten Montageschritten und dem Schweißen, wird die Angußplatte der Stegunterteile durch die Prozeßschritte "Einbetten in Wachs (Fixiermasse)", "Mechanischer Bearbeitung" und "Reinigen" entfernt.

Folglich wird eine der fünf Flächen erst nach der Montage bearbeitet, d.h. die strikte Abfolge "erst mechanischer Bearbeitung, dann Montage" wird aufgehoben. Es ist vorteilhaft, daß lediglich die mechanische Bearbeitung von fünf Flächen erforderlich ist.

Bei dem Montagekonzept II (Tabelle 2) werden nur noch die Stegoberteile in Folienmagazinen fixiert. Damit sinkt die Anzahl der mechanisch zu bearbeitenden Flächen auf insgesamt vier, wodurch sich die Zeit für die

mechanische Bearbeitung weiter reduziert. Nach der Montage der Planetenräder mit den Stegunterteilen wird dieser Verbund beispielsweise in Wachs eingebettet, die Angußplatte oder Grundplatte der Planetenräder mechanisch entfernt und von der Fixiermasse befreit ("Reinigen"). Während der nachfolgenden Montage der Stegoberteile werden diese aus dem Folienmagazin gedrückt. Hierzu wird nur ein einziger Satz Ausdrückwerkzeuge benötigt. Nach dem zweiten Montageschritt wird geschweißt und abschließend die Grundplatte der Stegunterteile entfernt. Das Einbetten in Wachs und die mechanische Entfernung der Angußplatte wird somit zwischen und nach den beiden Montageschritten durchgeführt.

In den Figuren 24-29 werden die Verfahrensschritte bis zum Vereinzeln der Bauteileinheiten 51 dargestellt.

Wie in der Fig. 24 gezeigt wird, wird das Grundplattenmagazin 30 gedreht, so daß die Bauteilgruppen 51 nach unten weisen. Diese werden in die Stecköffnungen 52 eines Gruppenhalters 53 eingesteckt und anschließend wird - wie in der Fig. 25 gezeigt wird - sowohl das Grundplattenmagazin 30 als auch die Bauteilgruppen 51 mittels der Fixiermasse 100 eingegossen. Dieser Schritt ist erforderlich, um in einem weiteren Schritt, der in der Fig. 26 gezeigt wird, mittels der Fräse 95 die Grundplatte des Magazins 30 zu entfernen. Die Fixiermasse 100 kann nunmehr als Gruppenmagazin 50 dienen, wie dies in der Fig. 27 dargestellt ist. Es besteht aber auch die Möglichkeit, anschließend die Fixiermasse 100 zu entfernen und die Bauteilgruppen 51 mittels der Ausstoßstifte 87 aus dem Gruppenhalter 53 zu entfernen (s. Fig. 29).

In der Fig. 30 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, bei der die Zahnräder 21 gegen Verdrehen gesichert sind. Die Fig. 30 ist mit der Fig. 25 vergleichbar, mit dem Unterschied, daß das Grundplattenmagazin 30 zusätzlich Fixierstifte 33 aufweist, die sich zwischen den Bauteilgruppen 51 befinden und

eine sternförmige Kontur aufweisen, so daß sie in die Planetenräder 21 eingreifen können und diese somit gegen Verdrehen sichern. Diese Fixierstifte 33 können Einlegeteile sein oder sie können bei der Herstellung des Grundplattenmagazins und der Stegunterteile 31 mitgeformt werden. Auch die Grundplatte 81 weist Fixierstifte 88 auf, die an ihrem freien Ende 89 ebenfalls eine sternförmige Struktur zum Eingreifen in die Zahnräder 21 aufweisen, um so die Sicherung gegen Verdrehen zu unterstützen.

In dem Verfahrensschritt gemäß der Fig. 31 wird nach dem Einbetten in die Fixiermasse 100 mittels der Fräse 95 die Grundplatte des Magazins 30 entfernt. Die Reste der Fixierstifte 33 fallen hierbei aus der Fixiermasse 100 heraus bzw. diese können durch Hochschieben der Fixierstifte 88 entfernt werden. In einem weiteren Schritt, der in der Fig. 32 gezeigt ist, ist die Fixiermasse 100 entfernt und die Basisplatte 81 mit den Fixierstiften 88 und den darauf angeordneten Bauteilgruppen 51 bilden somit ein weiteres Magazin, nämlich das Gruppenmagazin 50'.

In den Fign. 33-36 wird eine weitere Ausführungsform dargestellt, bei der im folgenden die Hülsen 61, die eine Innenverzahnung 62 aufweisen, auf den Bauteilgruppen 51 montiert werden sollen. Die Fig. 33 entspricht der Fig. 21 mit dem Unterschied, daß die Fixierstifte 88 an ihrem freien Ende 89 Fixierstrukturen aufweisen und in die Verzahnung der Zahnräder 21 eingreifen und diese somit gegen Verdrehen fixieren. Es ist dadurch möglich, die Zahnräder 21 in einer vorgegebenen Position zu fixieren, so daß in einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Fig. 34 problemlos die Hülsen 61 montiert werden können. Hierzu überdecken die Stifte 88 nicht die volle Breite der Zahnräder 21, so daß die Hülsen 61 von oben aufgesetzt und die Fixierstifte 88 abgesenkt werden können. Nachdem die Montage der Hülsen 61 durchgeführt worden ist, wird mittels der Fixiermasse 100 eine Einbettung vorgenommen, die es erlaubt, in dem Schritt, der in Fig. 36 gezeigt ist, die Grundplatte des

Magazins 30 mittels der Fräse 95 zu entfernen. Die Fixiermasse 100 bildet somit ein weiteres Folienmagazin, d.h. das Gruppenmagazin 50''.

In den Fig. 37-40 wird eine weitere Ausführungsform gezeigt, wobei die Hülsen 61 auf einem Magazin 60 angeordnet sind und das Magazin 30 Fixierstifte 33 aufweist, die die Planetenräder 21 in einer vorgegebenen Position halten. In der Fig. 38 wird die Montage der Hülsen 61 gezeigt, was dem Vorgang gemäß der Fig. 34 entspricht. Es erfolgt gemäß der Fig. 39 die Einbettung in das Fixiermaterial 100 und das Abfräsen der Grundplatte des Magazins 30, wozu der gesamte Verbund gedreht wurde, so daß nunmehr der Bauteilträger des Magazins 60 unten liegt. Wenn noch weitere Fügесchnitte folgen, wird die Fixiermasse 100 entfernt und das Magazin 60 bildet hierfür das Basismagazin.

Die Reste 34 der Fixierstifte 33 befinden sich in der Fixiermasse 100, die das Gruppenmagazin 50'' bildet.

In den Fig. 41-43 ist die Montage von optischen Fasern 12 in Steckerteile 36 dargestellt.

Die Mikrobauteile erster Art 11 in Form von Fasern 12 sind mit ihren Endabschnitten parallel nebeneinanderliegend in einem ersten Folienmagazin 10 angeordnet. Die zwischen den Fasern 12 befindlichen Magazinabschnitte werden als Stege 23 bezeichnet.

Die Mikrobauteile 31 bestehen aus Steckerteilen 36, die in einem Grundplattenmagazin 30 angeordnet sind. Auf der Oberseite der Steckerteile 36 sind Nuten 37 eingebracht, in die die Fasern 12 eingefügt werden. Das Grundplattenmagazin 30 besitzt Positionier- und Montagelöcher 32.

Wie in der Figur 42 dargestellt ist, ist das Folienmagazin 10 mit den Fasern 12 auf das Grundplattenmagazin 30 abgesenkt. Dadurch, daß der Abstand der Fasern 12 im Magazin 10 dem Abstand der Nuten 37 entspricht, werden die Fasern über den Nuten 37 positioniert. Die Stege sind dünner ausgebildet als der Durchmesser der Fasern, wodurch sich die Fasern in die Nuten 37 einlegen. Von oben wird das Oberteil 90 der Montagevorrichtung herangeführt, das an der Unterseite Ausstoßelemente 92 besitzt, die an den Stellen positioniert sind, wo die Fasern im Folienmagazin 10 angeordnet sind. Der Abstand der Ausstoßelemente 92 entspricht dem Abstand der nebeneinander parallel angeordneten Fasern 12.

Im nächsten Schritt, der in der Figur 43 dargestellt ist, wird von unten das Unterteil 80 der Montagevorrichtung herangeführt, das mehrere Montagestifte 82 aufweist. Diese Montagestifte 82 werden durch die Positionierlöcher 32 eingeführt. Die Steckerteile 36 besitzen ebenfalls Montagelöcher 38, so daß die Montagestifte 82 von unten an den Stegen 23 des Magazins 10 angreifen können. Dadurch, daß die Fasern in den Nuten 37 mittels der Ausstoßelemente 92 gehalten werden, können die Stege 23 nach oben weggedrückt werden und auf diese Art und Weise entfernt werden.

Es ist auch möglich, diese Positionierlöcher 32 im Grundplattenmagazin 30 vor oder hinter den Steckerelementen 36 anzuordnen, so daß auf entsprechende Montagelöcher 38 in den Steckerteilen 36 verzichtet werden kann. Dies ist dann möglich, wenn das Folienmagazin 10 auch in Längsrichtung der Fasern 12 gegenüber den Steckerteilen 36 vorsteht.

Nach der Montage der Fasern in den Nuten 37 und nach dem Entfernen der Stege 23 des Folienmagazins 10 wird das Grundplattenmagazin 30 nach den zuvor beschriebenen Verfahren entfernt.

Tabelle 1 / Montagekonzept I

Erste Modifikation	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Vakuumgießen	2	X	X											
Einbetten in Wachs	1											X		
Mechanische Bearbeitung	5			X	X	X	X						X	
Reinigen	1													X
Vorbereitung der Montage	1							X						
Montage	2								X	X				
Schweißen	1										X			

Tabelle 2 / Montagekonzept II

Erste Modifikation	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vakuumgießen	1	X											
Einbetten in Wachs	2					X					X		
Mechanische Bearbeitung	4		X	X			X					X	
Reinigen	2							X					X
Vorbereitung der Montage	0												
Montage	2				X				X				
Schweißen	1									X			

Bezugszeichen

10	erstes Folienmagazin
11	Mikrobauteil erster Art
12	Faser
20	zweites Folienmagazin
21	Mikrobauteil zweiter Art
22	Bauteilkern
23	Steg
30	erstes Grundplattenmagazin
31	Mikrobauteil dritter Art
32	Positionierloch
33	Fixierstift
34	Fixierstiftrest
35	Achse
36	Stecker
37	Fasernut
38	Montageloch
40	zweites Grundplattenmagazin
50	Gruppenmagazin
50'	Gruppenmagazin
50''	Gruppenmagazin
51	Bauteilgruppe
52	Stecköffnung
53	Gruppenhalter

60	Hülsenmagazin
61	Hülse
62	Innenverzahnung
70	Lochplatte
71	Öffnung
72	Ausdrückstift
80	Montagevorrichtung/Unterteil
81	Basisplatte
82	Montagestift
83	Montageplatte
84	Loch
85	Montagestift
86	Abstandshalter
87	Ausstoßstift
88	Fixierstift
89	sternförmiges Ende
90	Montagevorrichtung/Oberteil
91	Basisplatte
92	Ausstoßelement
93	Magazinhalter
94	Stempel
95	Fräse
96	Fixierplatte
97	Schweißgerät
96	Fixierplatte
100	Fixiermasse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Montage von magazinierten Mikrobauteilen mehrerer Bauteilsorten zu Bauteilgruppen oder zu Bauteileinheiten, insbesondere zu Mikrogetrieben, **dadurch gekennzeichnet**,

daß mindestens zwei, Bauteilträger aufweisende, Magazine mit jeweils mindestens einer Bauteilsorte und mit jeweils aufeinander abgestimmten Bauteilpositionen verwendet werden, wovon mindestens ein Magazin ein Grundplattenmagazin ist, bei dem die Mikrobauteile auf einer Grundplatte als Bauteilträger angeordnet sind,

daß mindestens ein Fügeschritt durchgeführt wird, bei dem jeweils zwei Magazine gegenüberliegend angeordnet und jeweils mehrere Mikrobauteile der beiden Magazine im Magazinverbund gleichzeitig zu Bauteilgruppen oder zu Bauteileinheiten zusammengefügt werden, und

daß anschließend die Bauteilträger der Magazine entfernt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das mindestens eine Grundplattenmagazin als Basismagazin verwendet wird und

daß dessen Grundplatte erst nach Abschluß der vorgesehenen Montageschritte entfernt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Folienmagazin verwendet wird, bei dem das die Mikrobauteile tragende Magazinmaterial den Bauteilträger bildet.

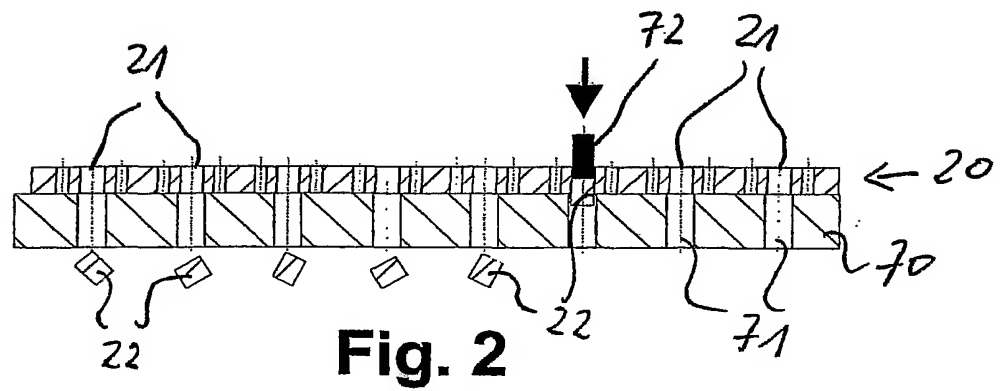
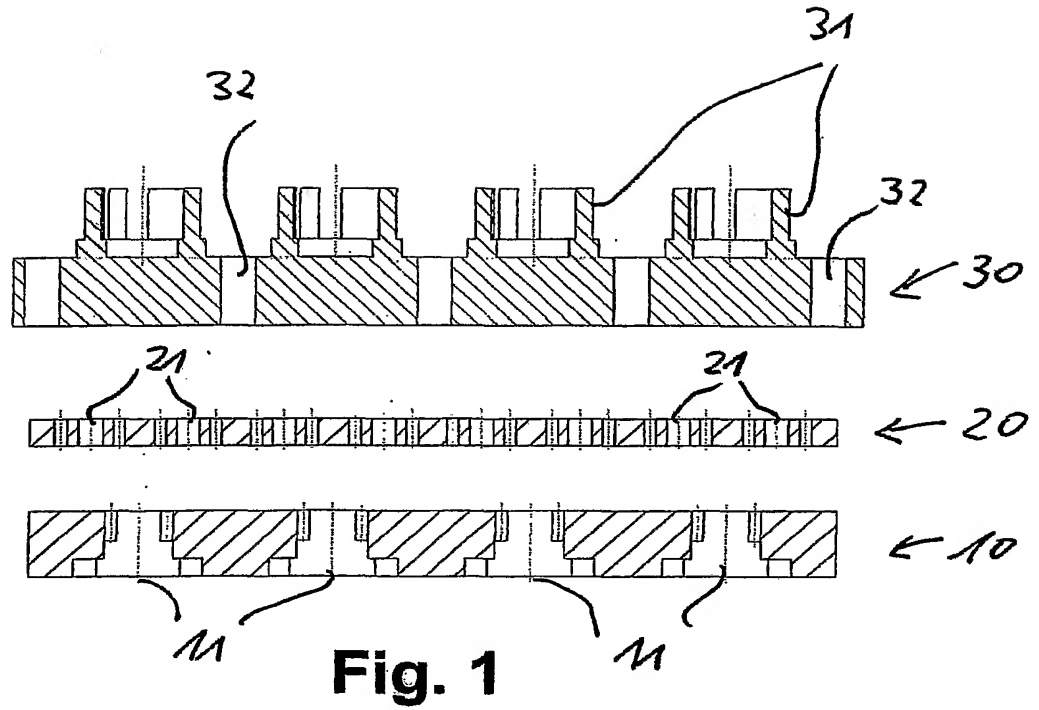
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Anordnen des Folienmagazins Bauteilkerne aus den Mikrobauteilen entfernt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mikrobauteile des Folienmagazins im Magazinverbund auf die Mikrobauteile des gegenüberliegenden Magazins gedrückt werden und daß anschließend der Bauteilträger des Folienmagazins von den Mikrobauteilen gelöst wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Verwendung von Grundplattenmagazinen diese zum Zusammenfügen der Mikrobauteile gegeneinandergedrückt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zusammengefügt Mikrobauteile in eine Fixiermasse eingebettet werden und daß anschließend die Grundplatte eines der beiden Grundplattenmagazine entfernt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grundplatte abgefräst, abgedreht oder abgeschliffen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fixiermasse entfernt und weitere Mikrobauteile aus weiteren Magazinen auf den auf der Grundplatte des Basismagazins befindlichen Bauteilgruppen montiert werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die auf der Grundplatte des Basismagazins befindlichen Bauteilgruppen unter Ausbildung eines Gruppenmagazins

in eine Fixiermasse eingegossen und die Grundplatte des Basismagazins entfernt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gruppenmagazin ein Folienmagazin ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein Teil der montierten Mikrobauteile verdrehgesichert gehalten wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mikrobauteile mittels auf der Grundplatte des Basismagazins befindlicher Fixierstrukturen und/oder mittels Fixierstrukturen einer Montagevorrichtung gesichert werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mikrobauteile bis zur Fertigstellung der Bauteilgruppen oder Bauteileinheiten oder des Gruppenmagazins verdrehgesichert gehalten werden.
15. Montagevorrichtung für die Montage von magazinierten Mikrobauteilen mehrerer Bauteilsorten zu Bauteilgruppen oder Bauteileinheiten, insbesondere zu Mikrogetrieben, **gekennzeichnet durch**
 - ein Unterteil (80) mit einer Montageplatte (83), die zur Aufnahme eines Grundplattenmagazins (30,40) ausgebildet ist, wobei in der Montageplatte (83) Montagestifte (82,85) angeordnet sind, die senkrecht zur Plattenfläche beweglich sind und

- ein bewegliches Oberteil (90) mit Haltemitteln für ein Grundplattenmagazin (30,40) oder ein Folienmagazin (10,20).
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Montagestifte (82,85) mindestens in ihren Endbereichen Fixierstrukturen (89) aufweisen.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Oberteil (90) Ausstoßelemente (92,94) aufweist.

1/23



2/23

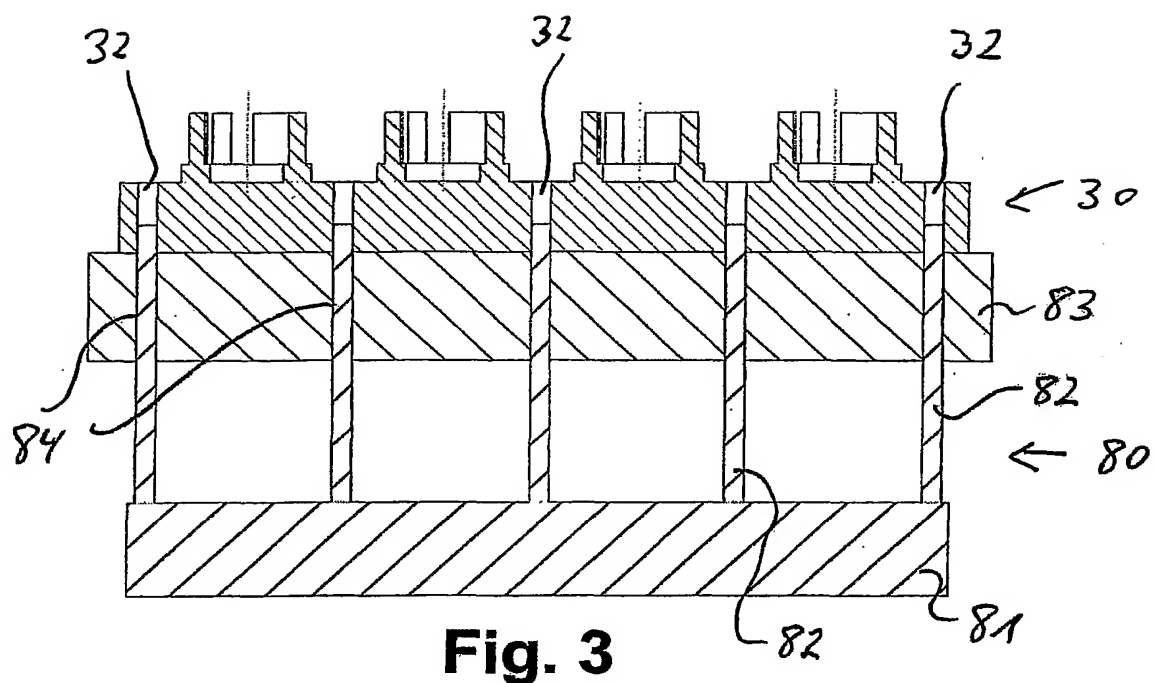


Fig. 3

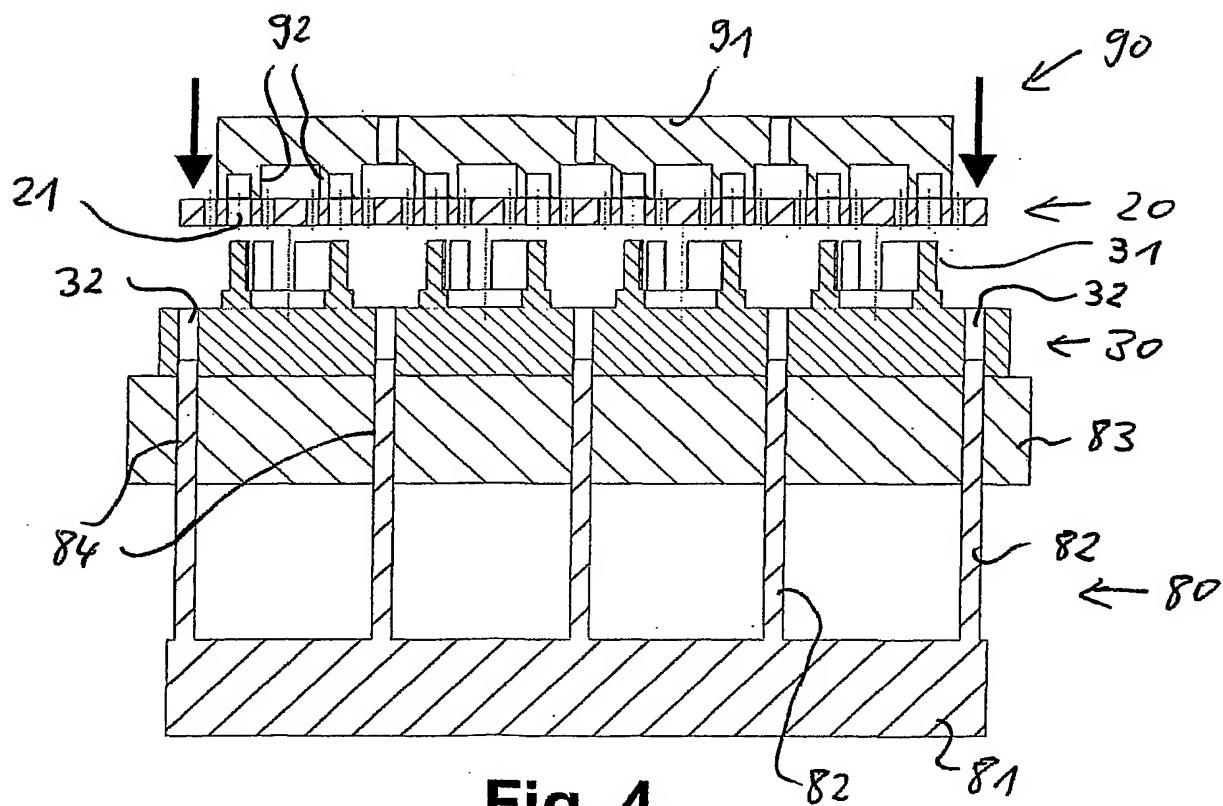


Fig. 4

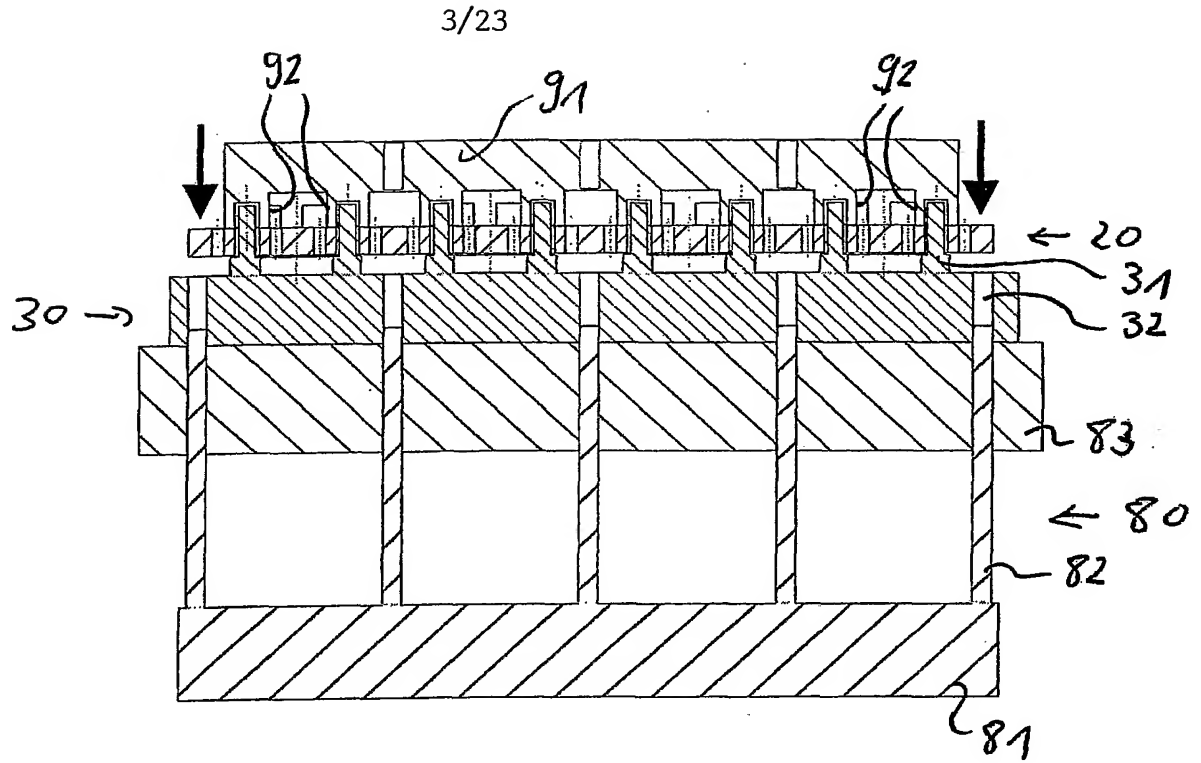


Fig. 5

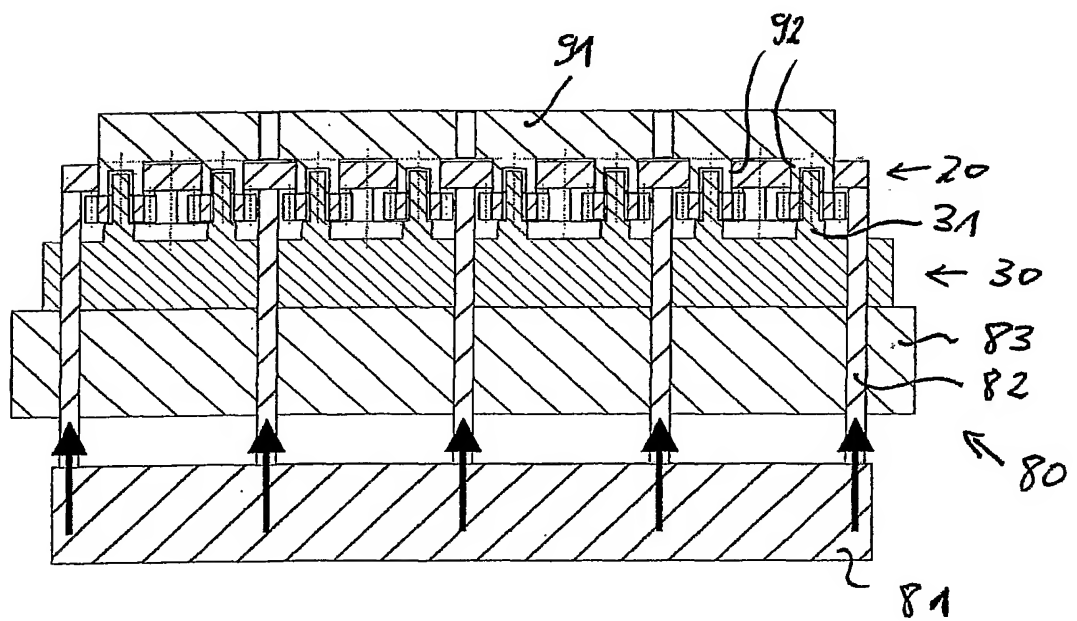


Fig. 6

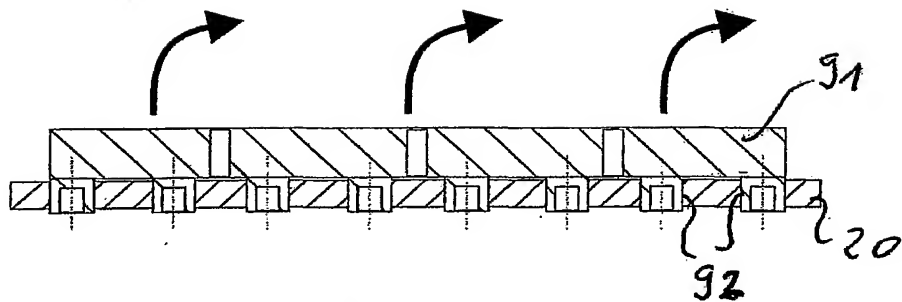


Fig. 7

5/23

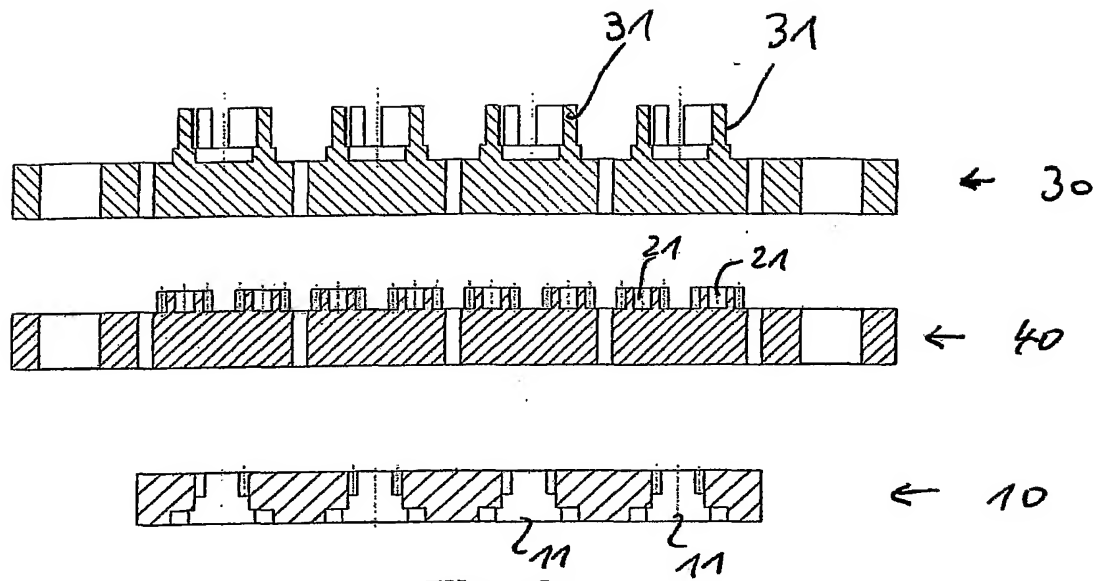


Fig. 8

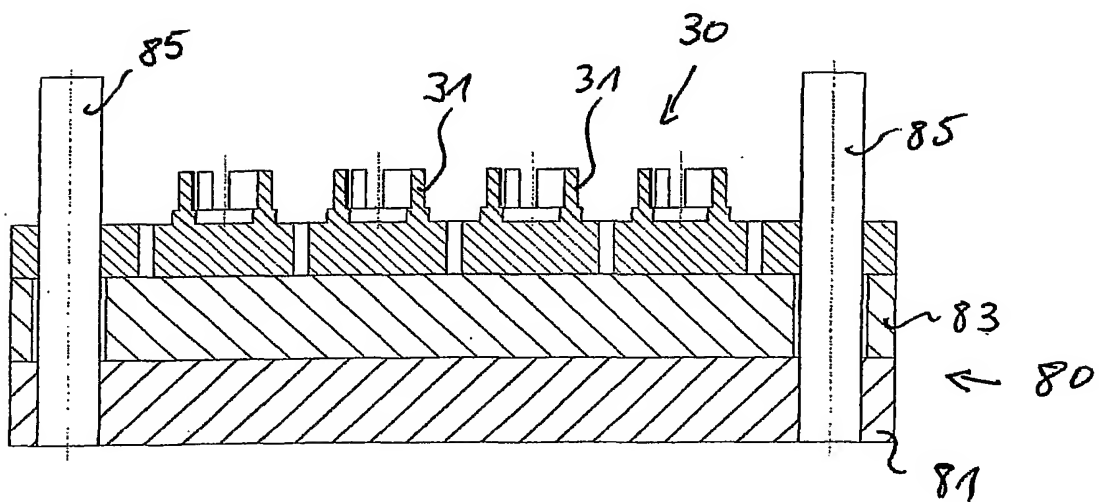


Fig. 9

6/23

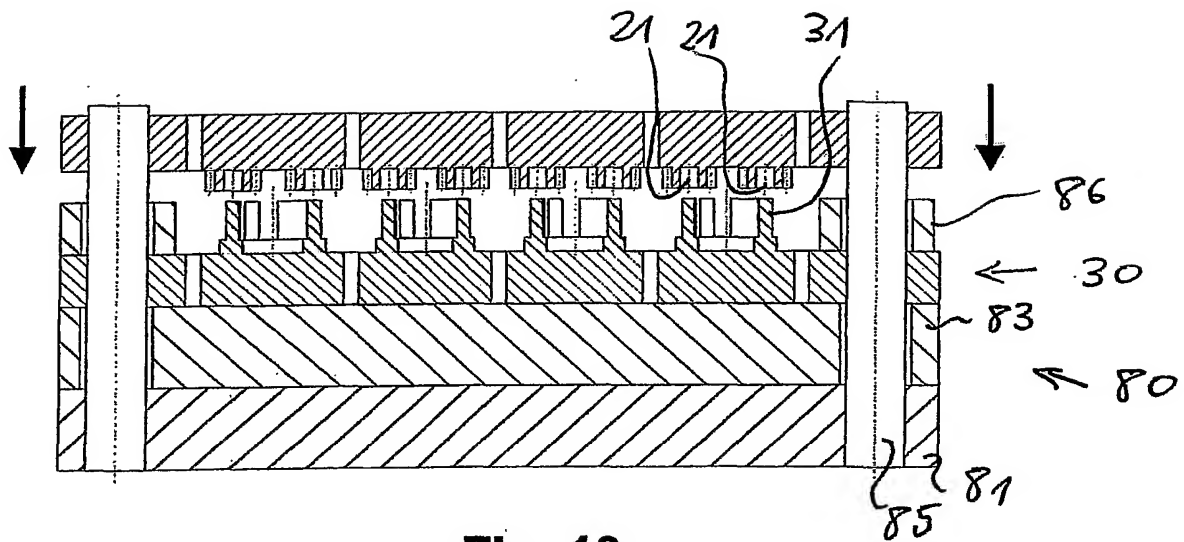


Fig. 10

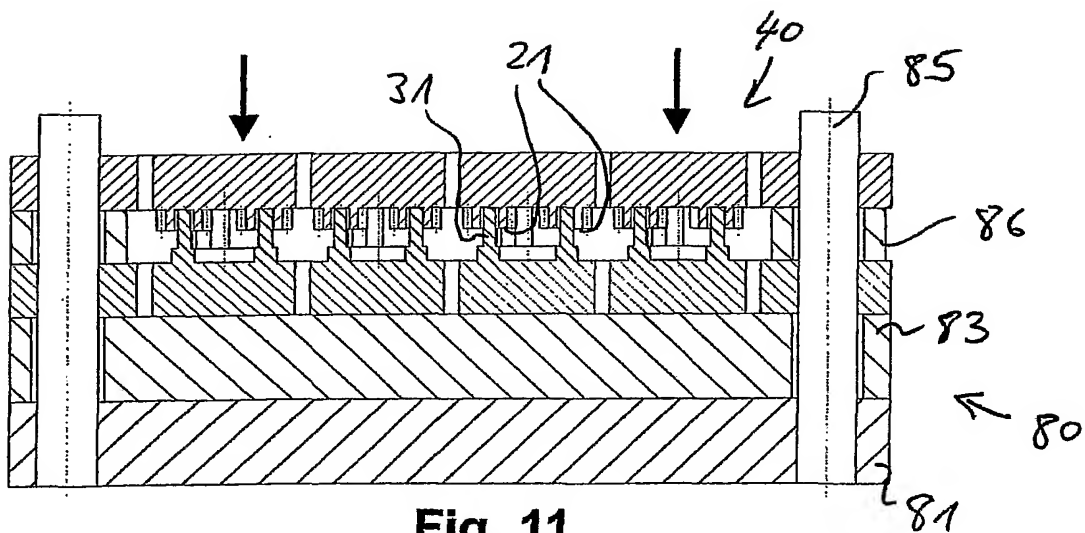


Fig. 11

7/23

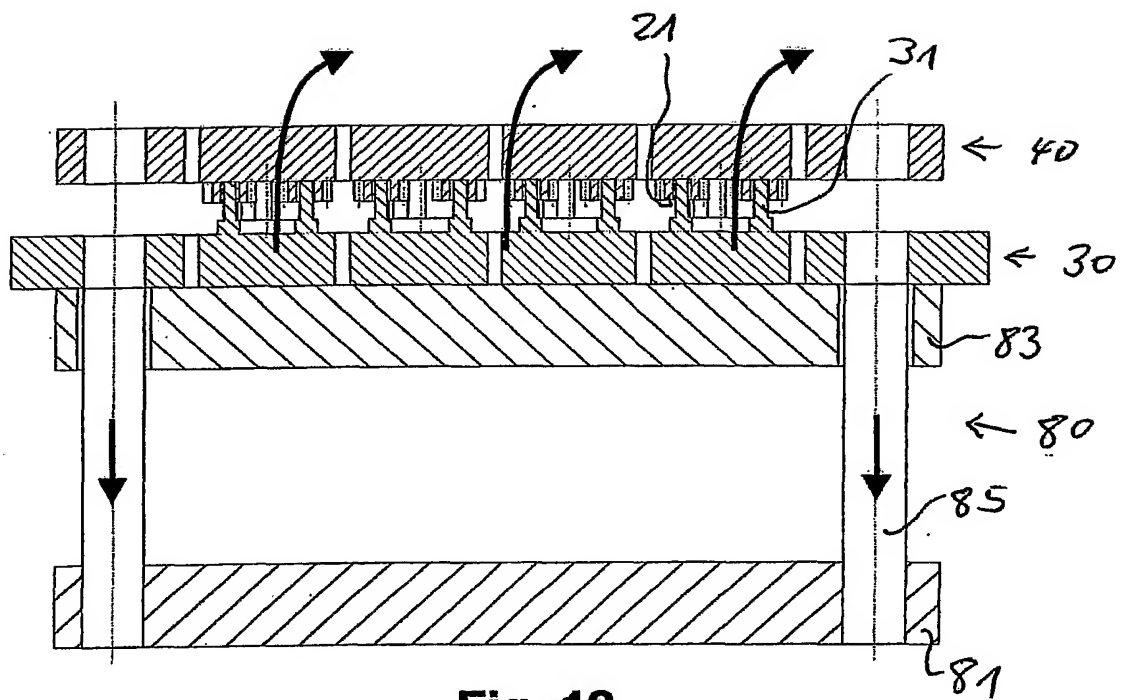


Fig. 12

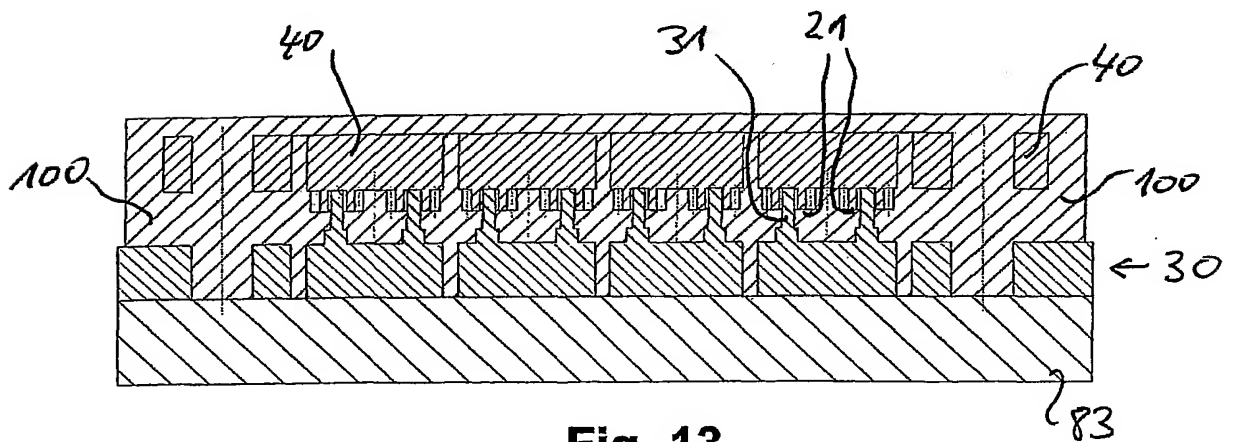


Fig. 13

8/23

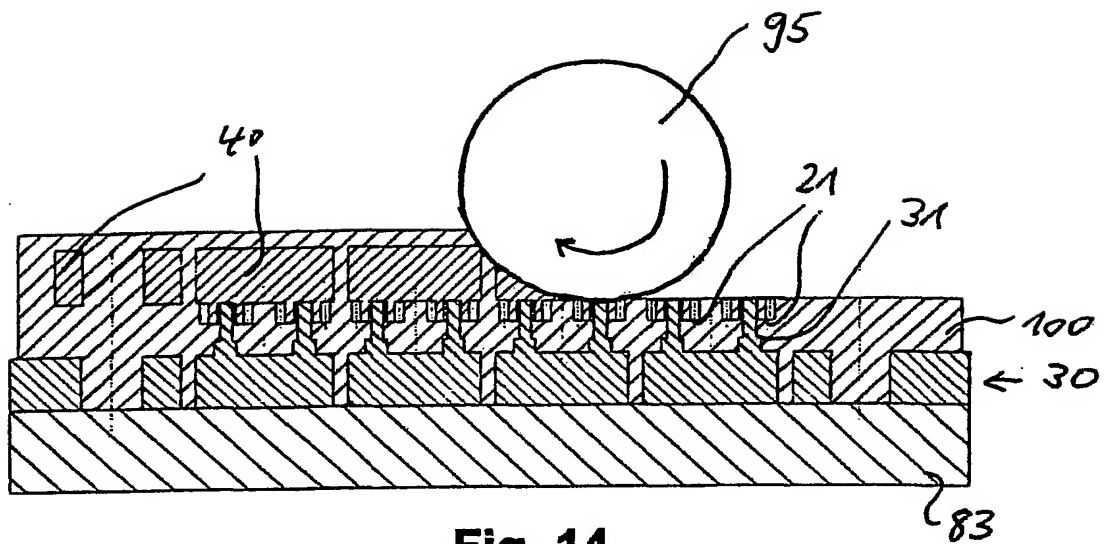


Fig. 14

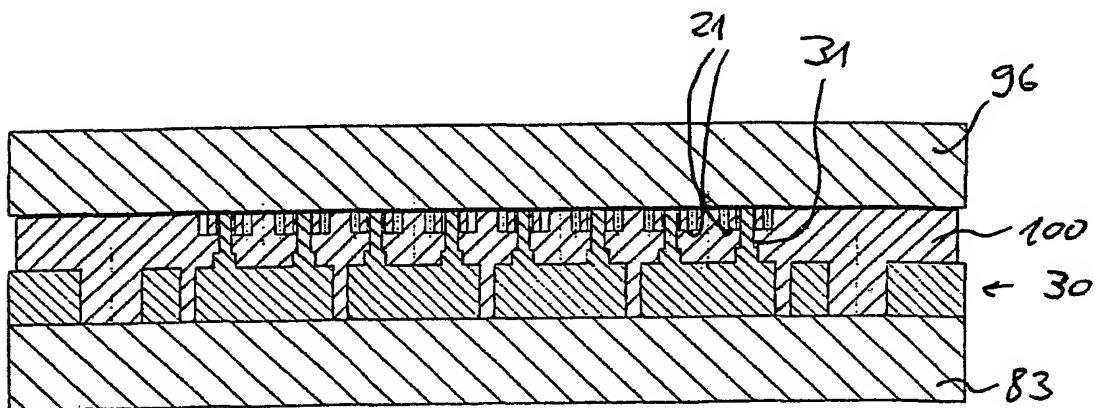
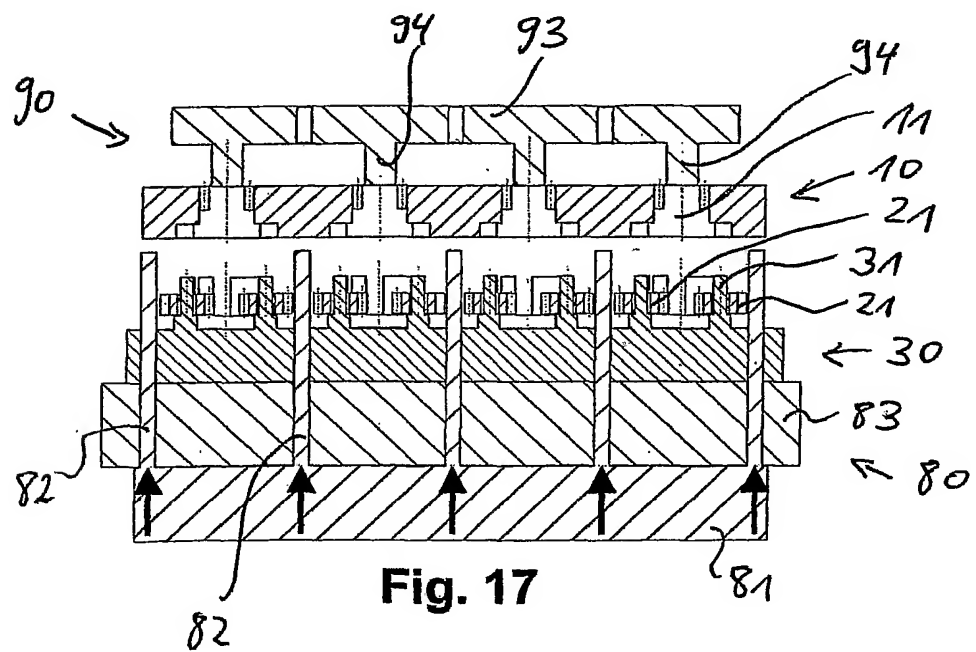
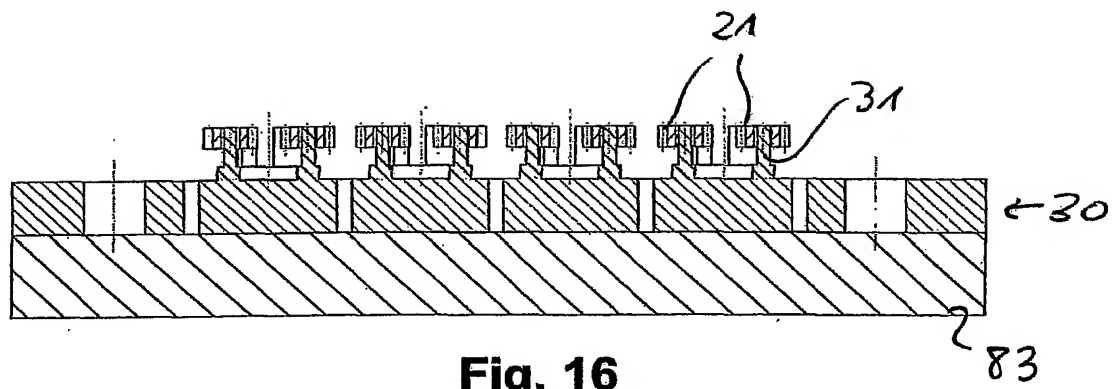


Fig. 15

9/23



10/23

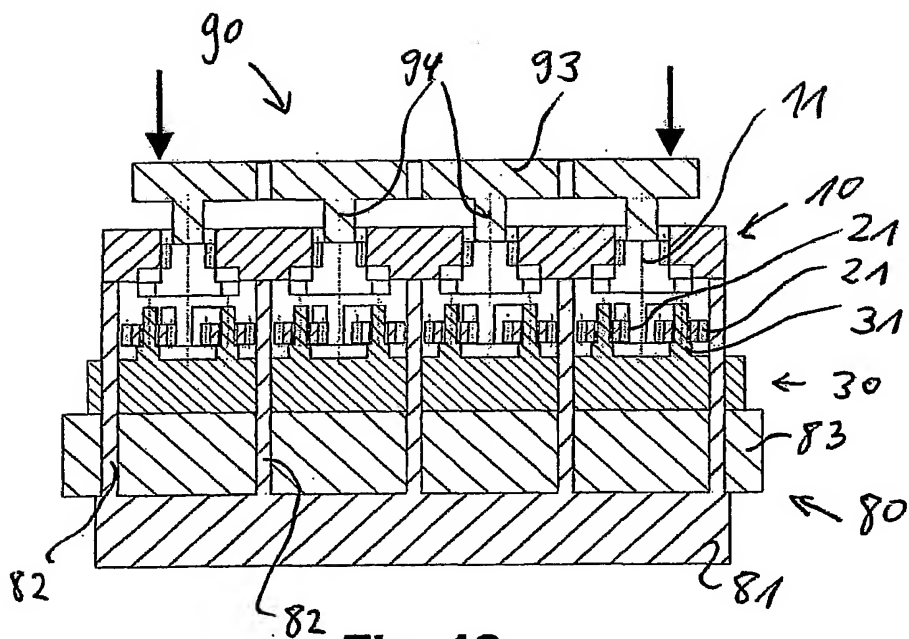


Fig. 18

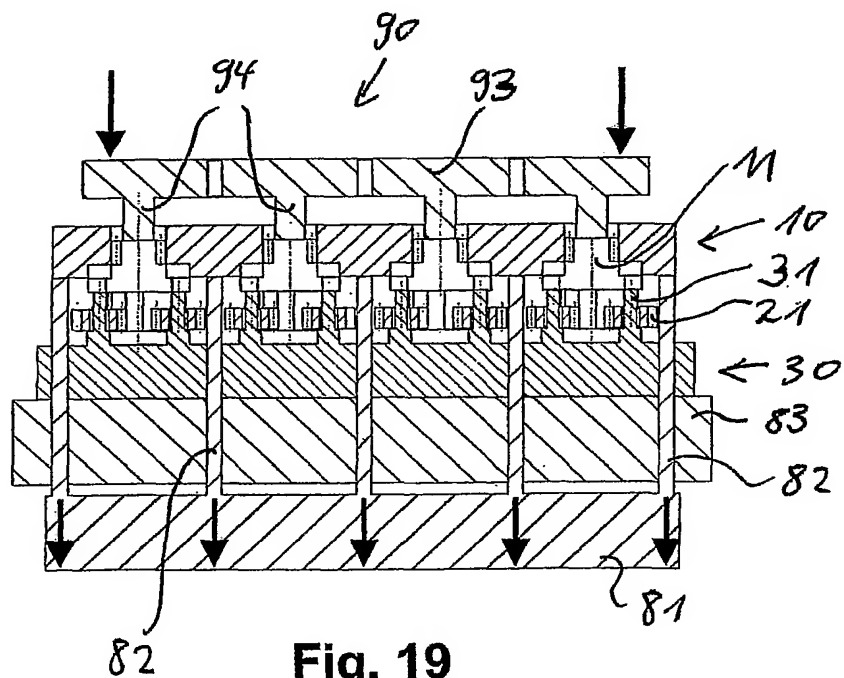
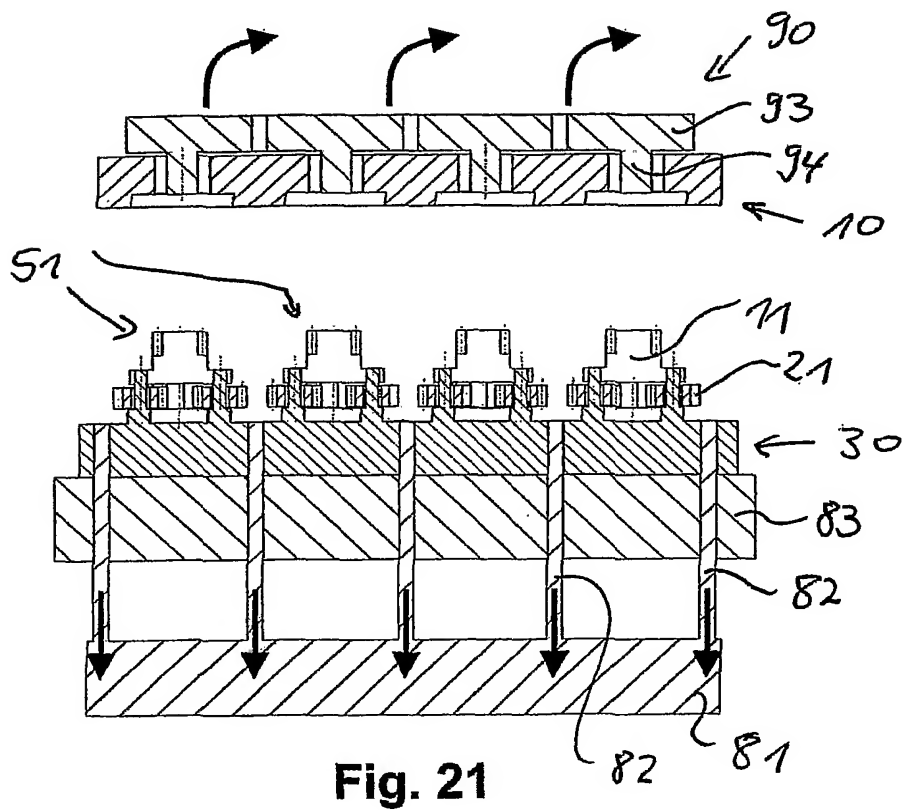
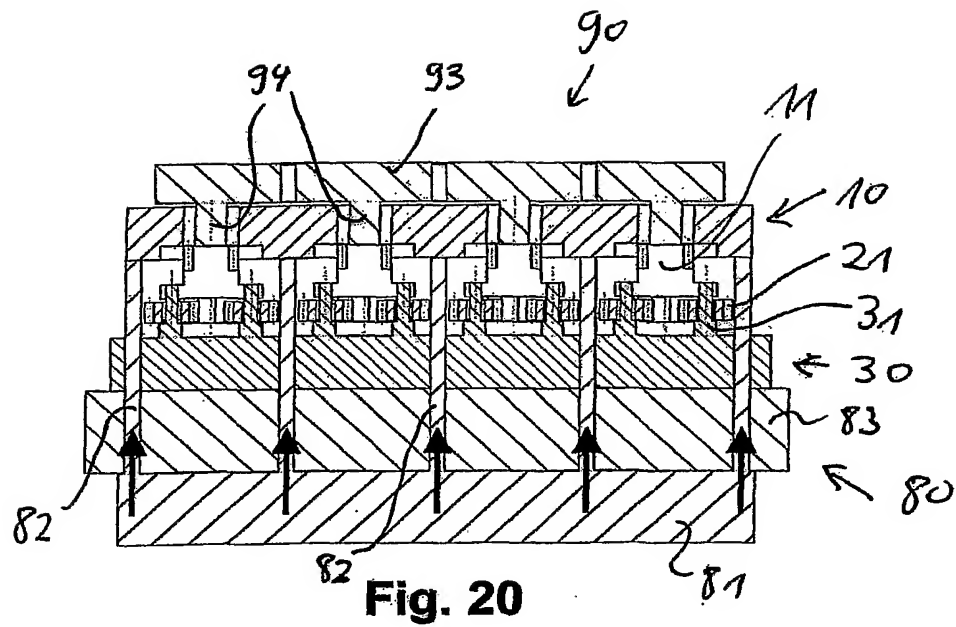


Fig. 19

11/23



12/23

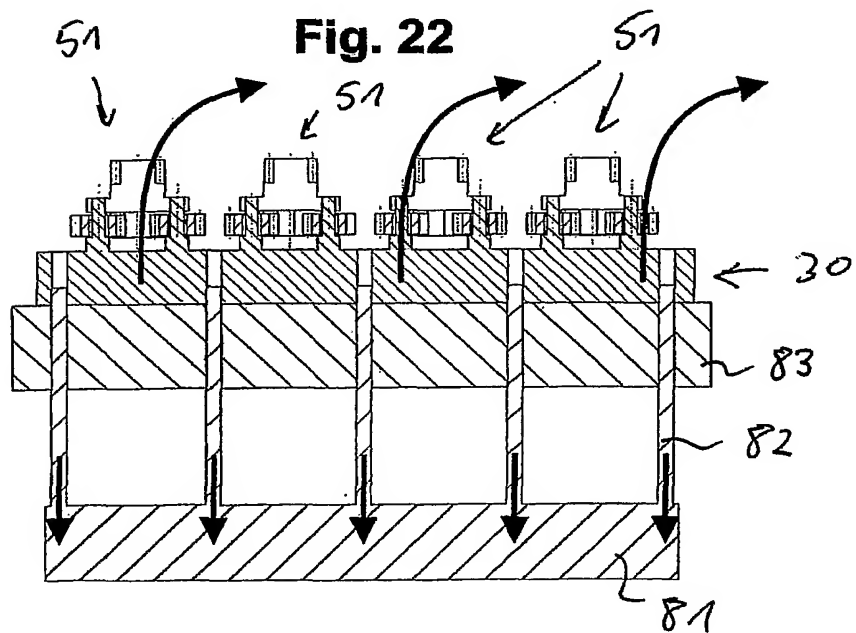
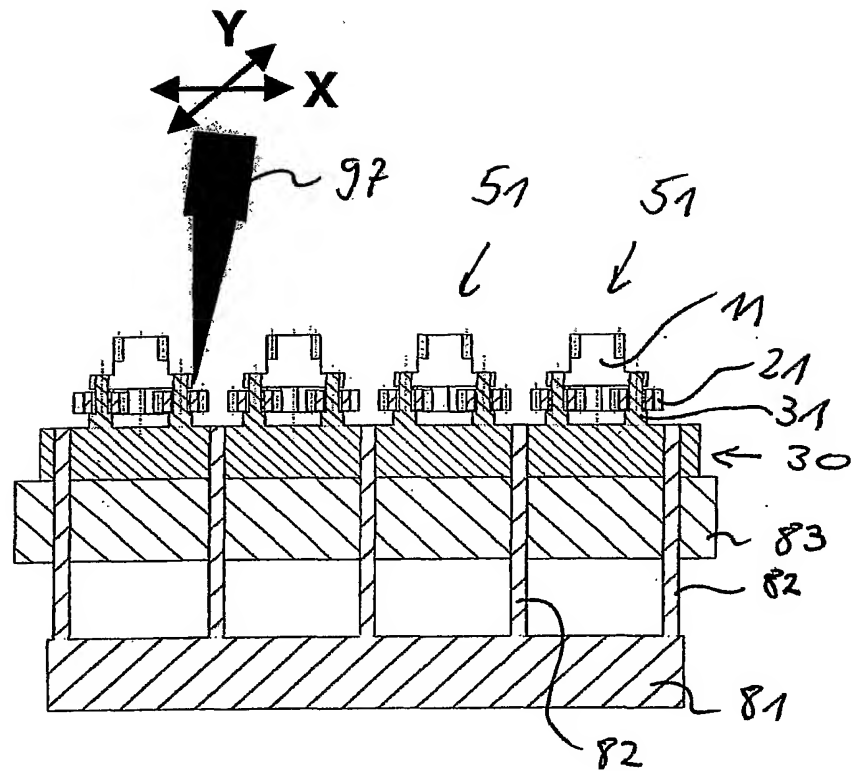


Fig. 23

13/23

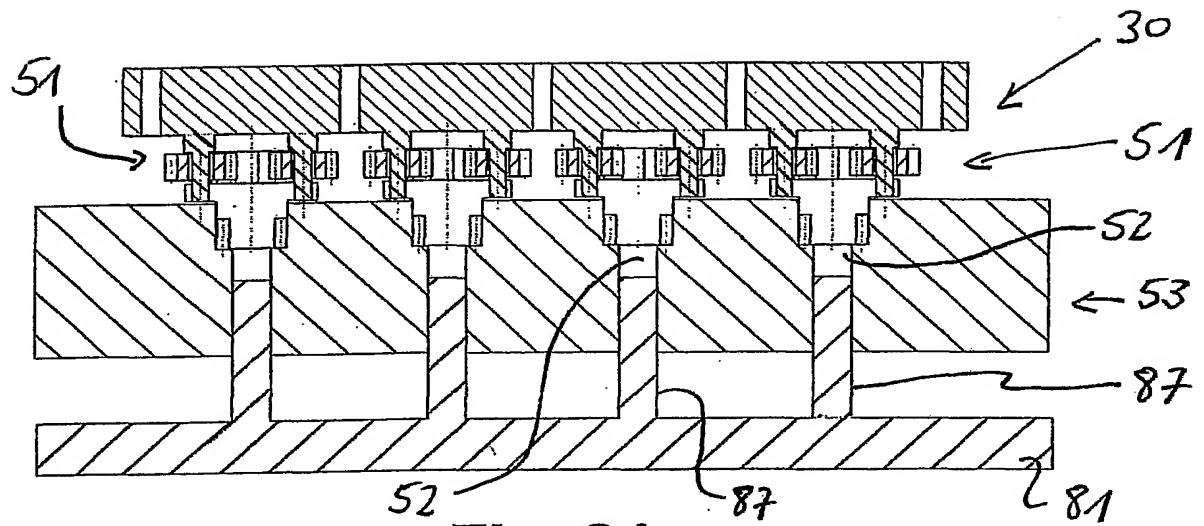


Fig. 24

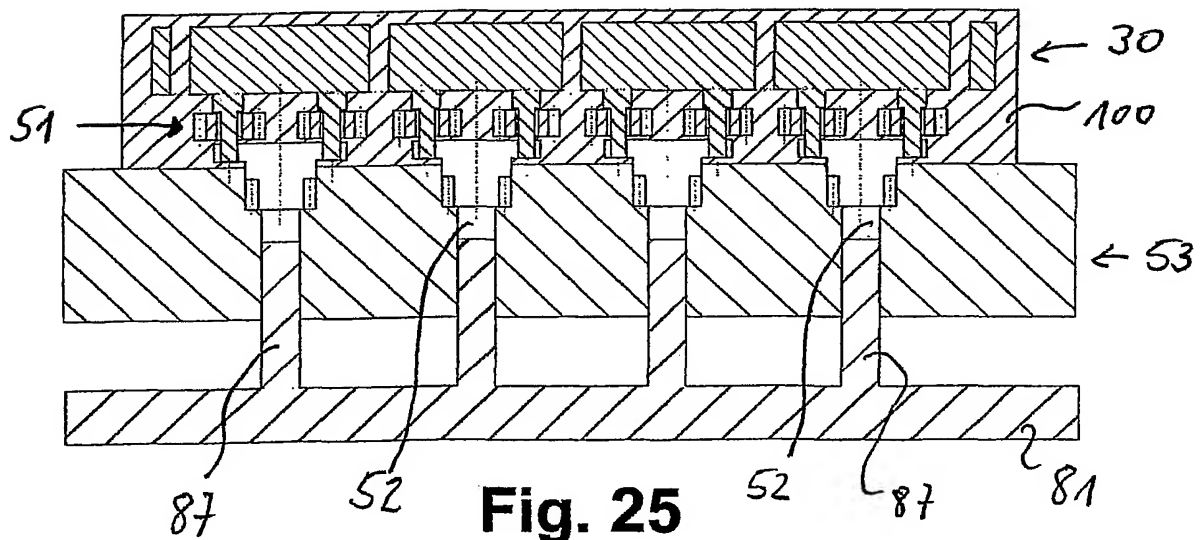


Fig. 25

14/23

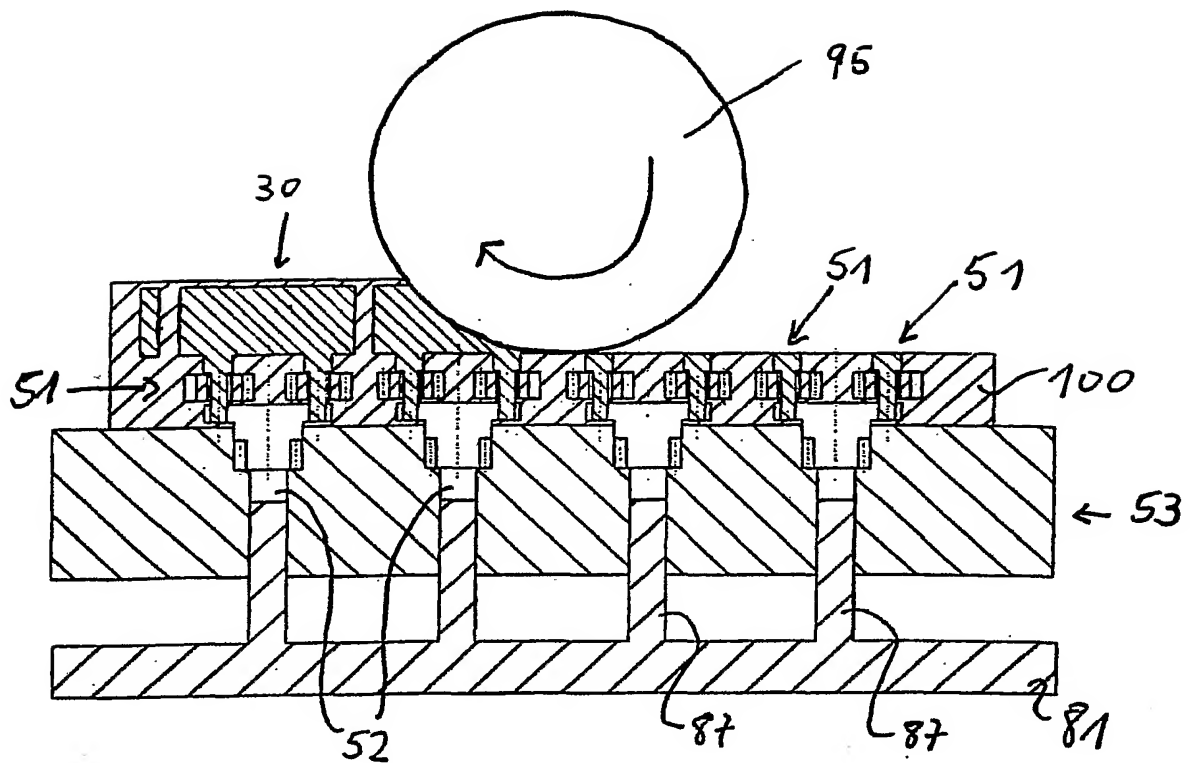


Fig. 26

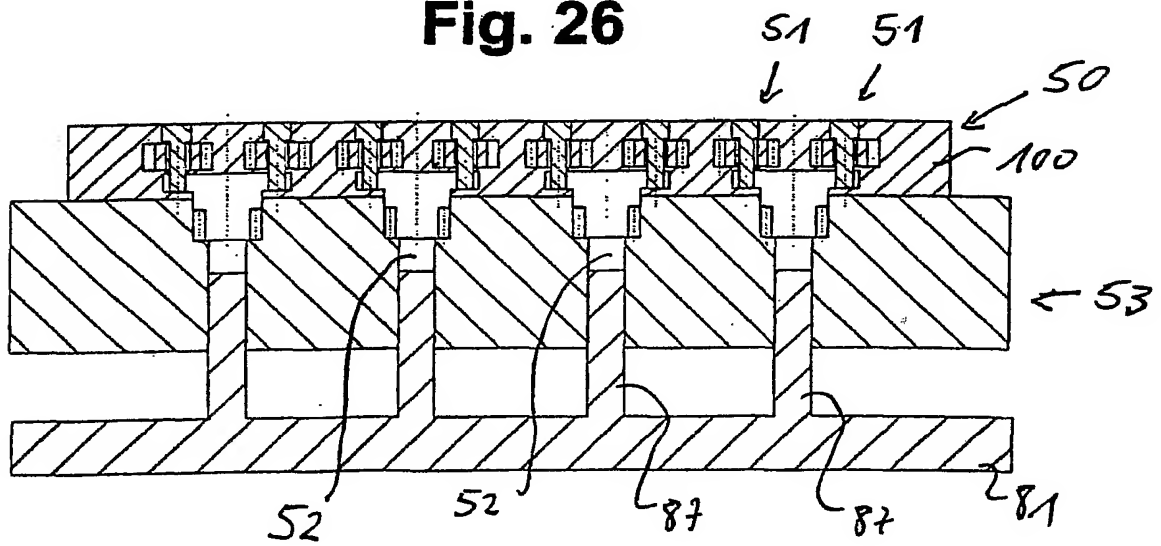


Fig. 27

15/23

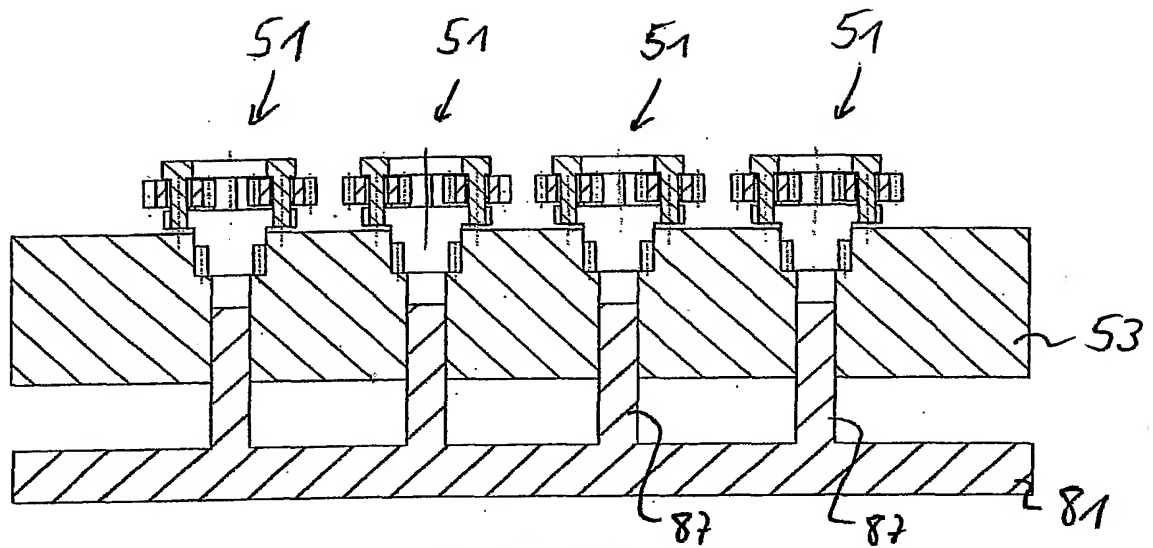


Fig. 28

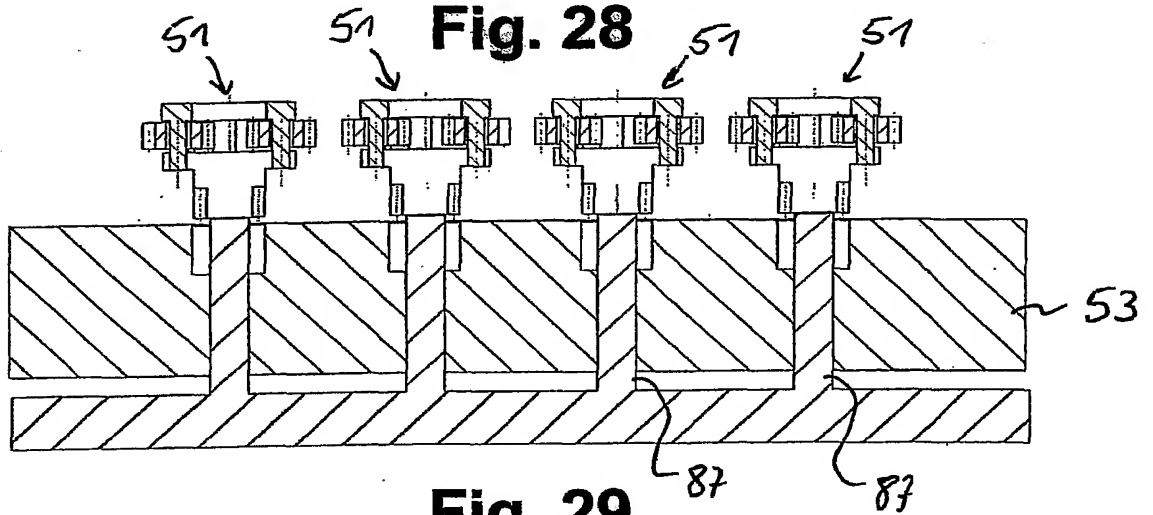
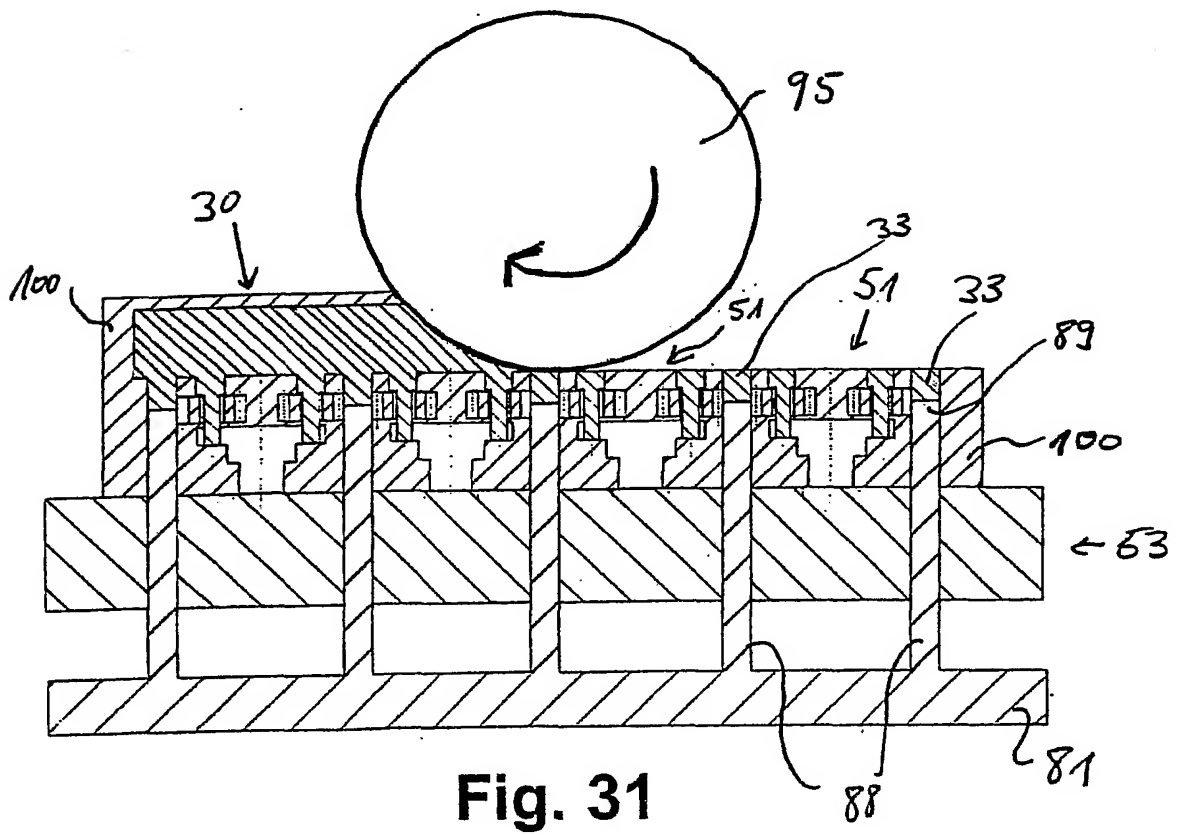
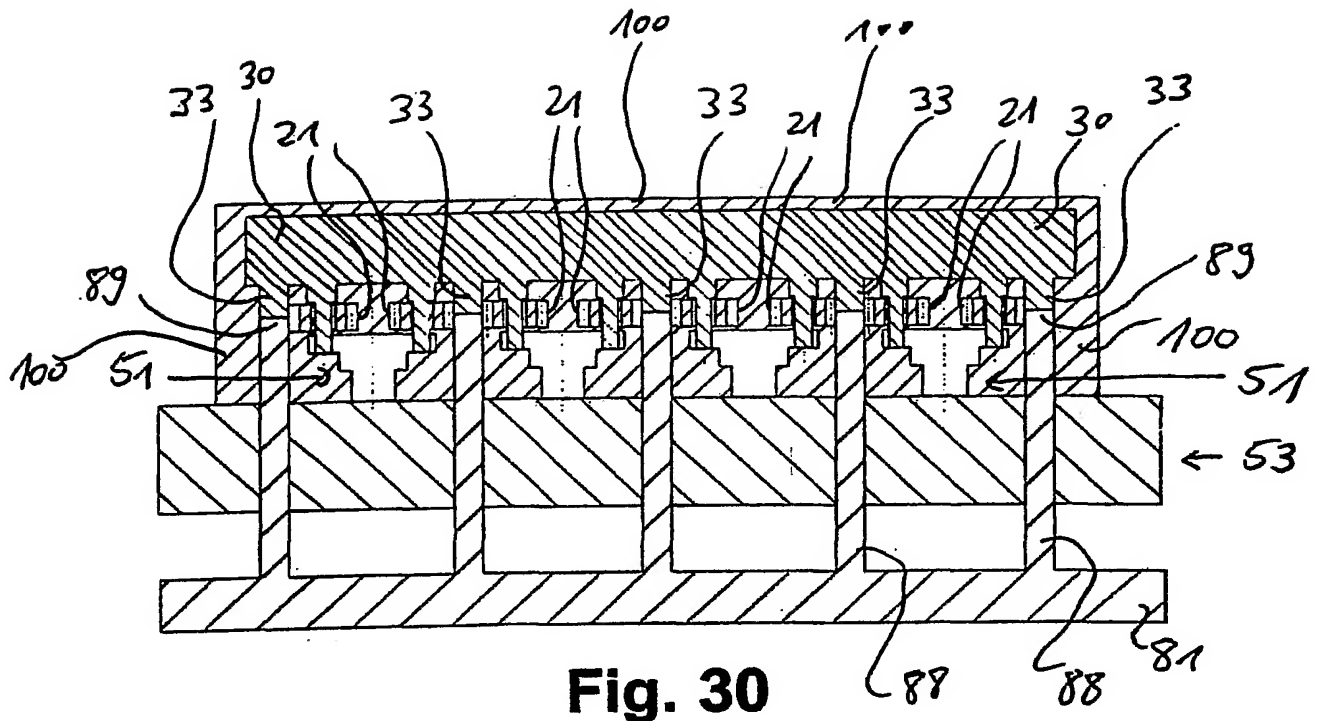


Fig. 29



17/23

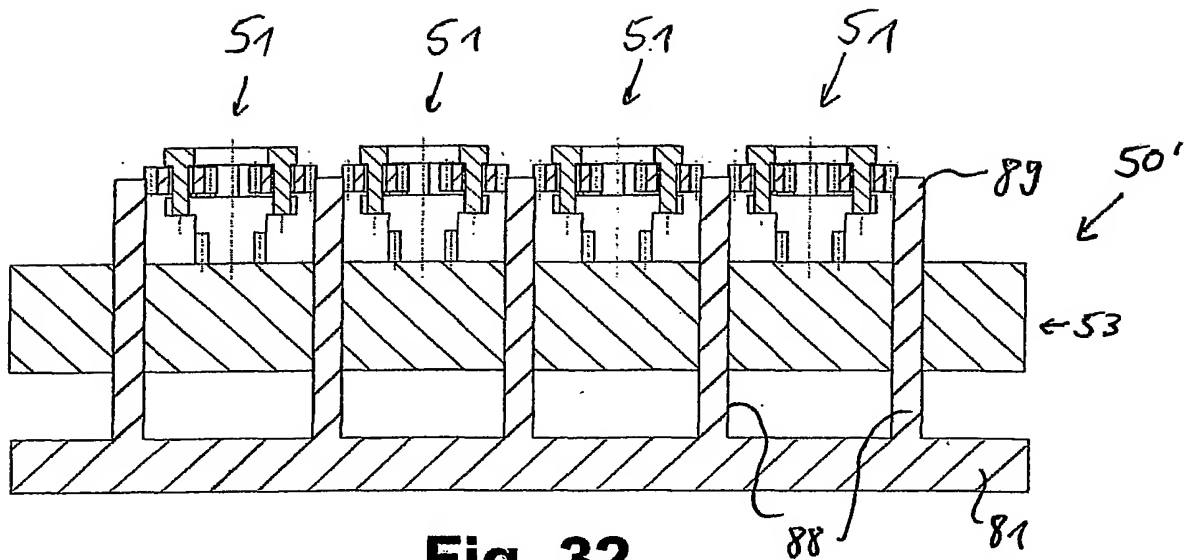


Fig. 32

18/23

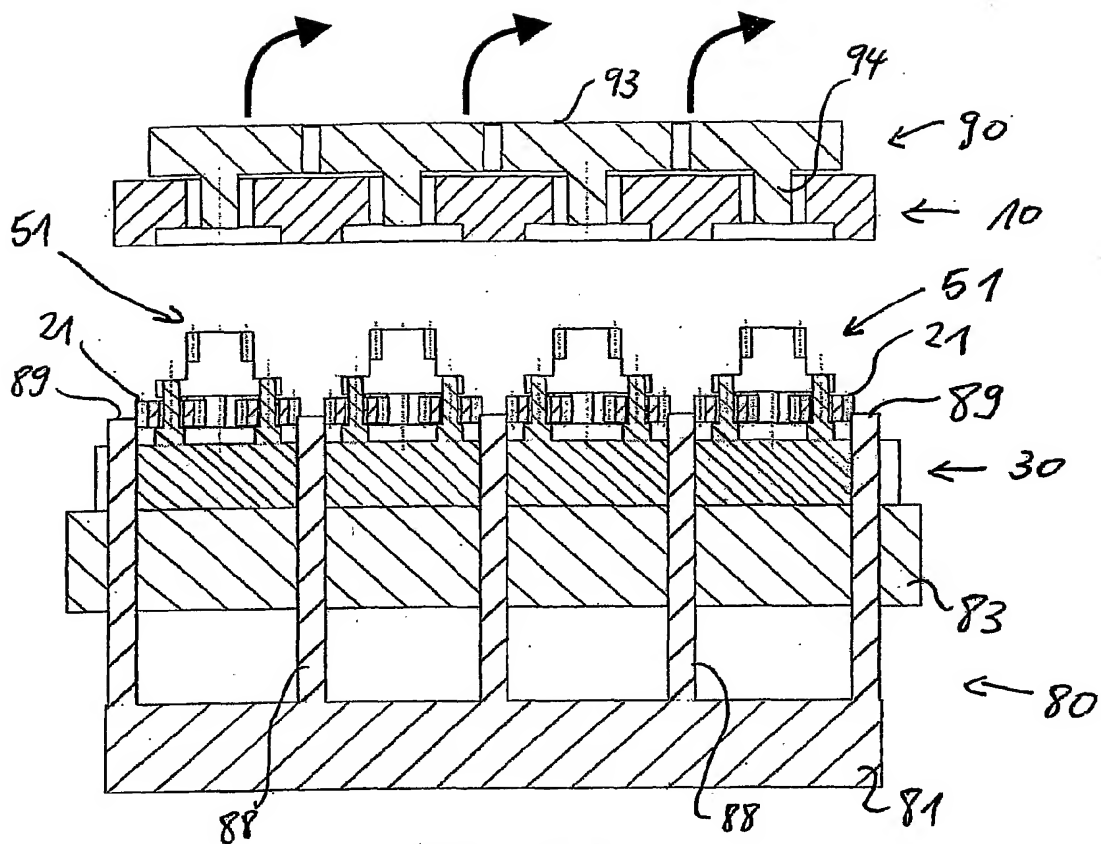


Fig. 33

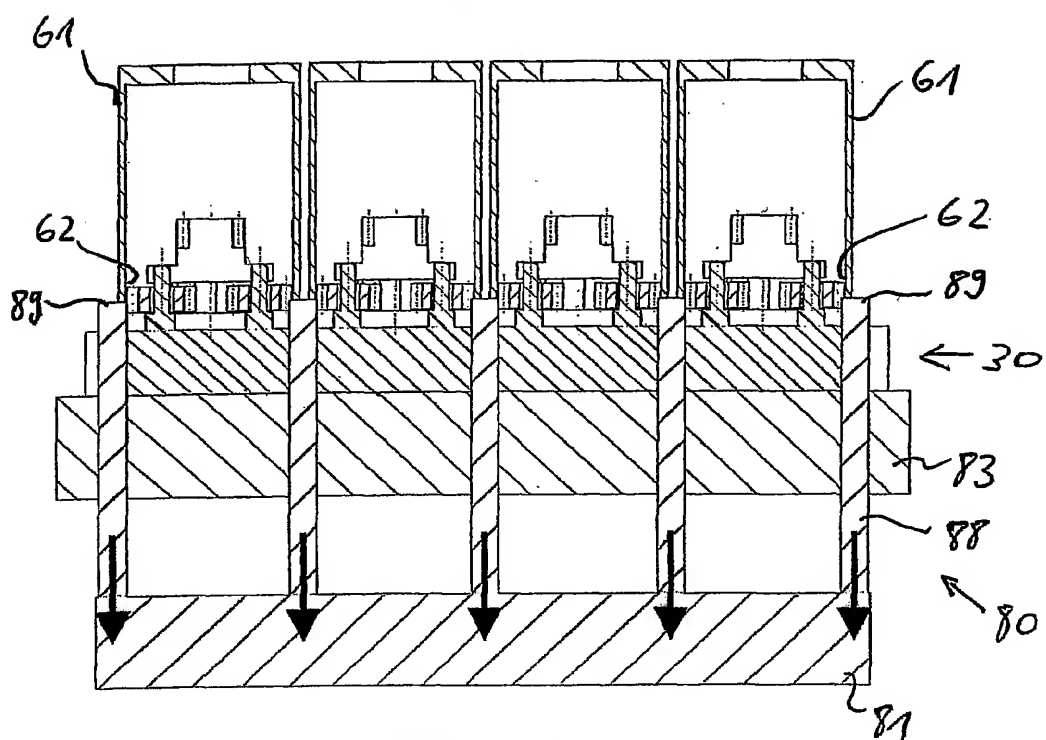


Fig. 34

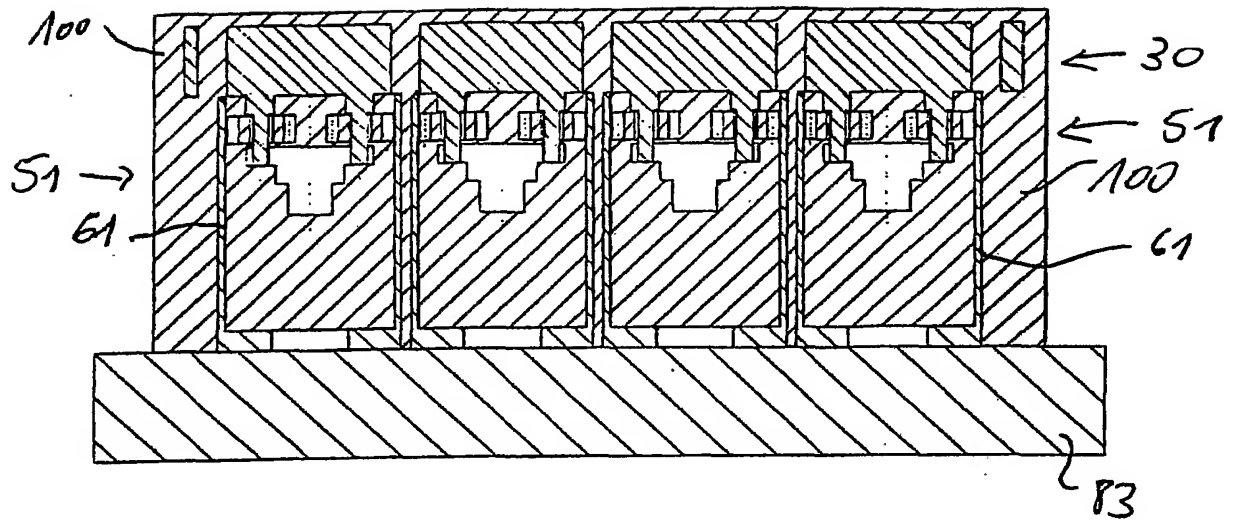


Fig. 35

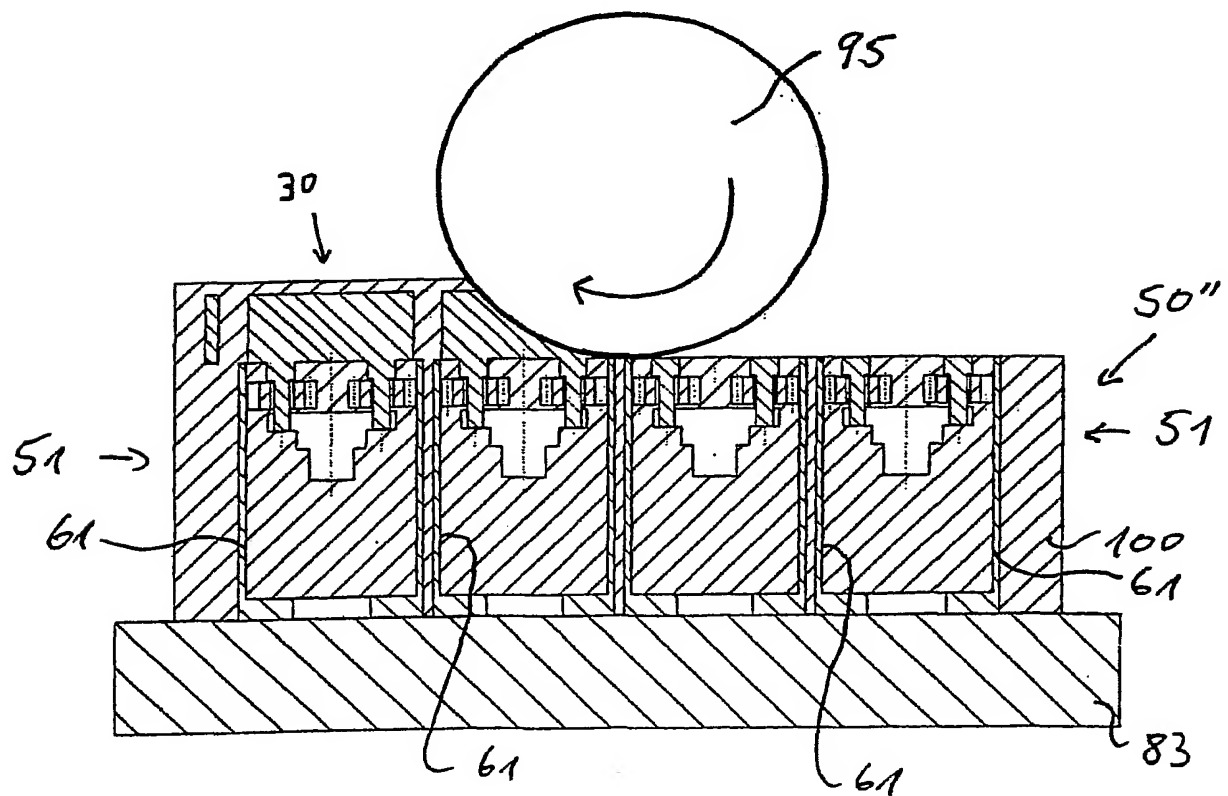


Fig. 36

20/23

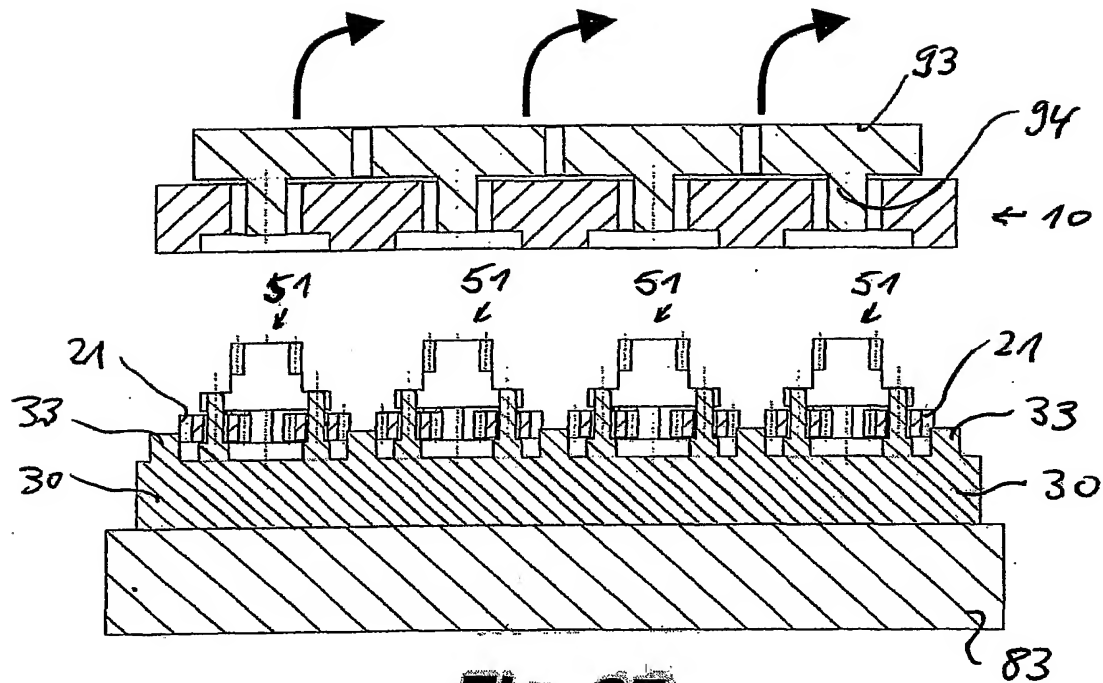


Fig. 37

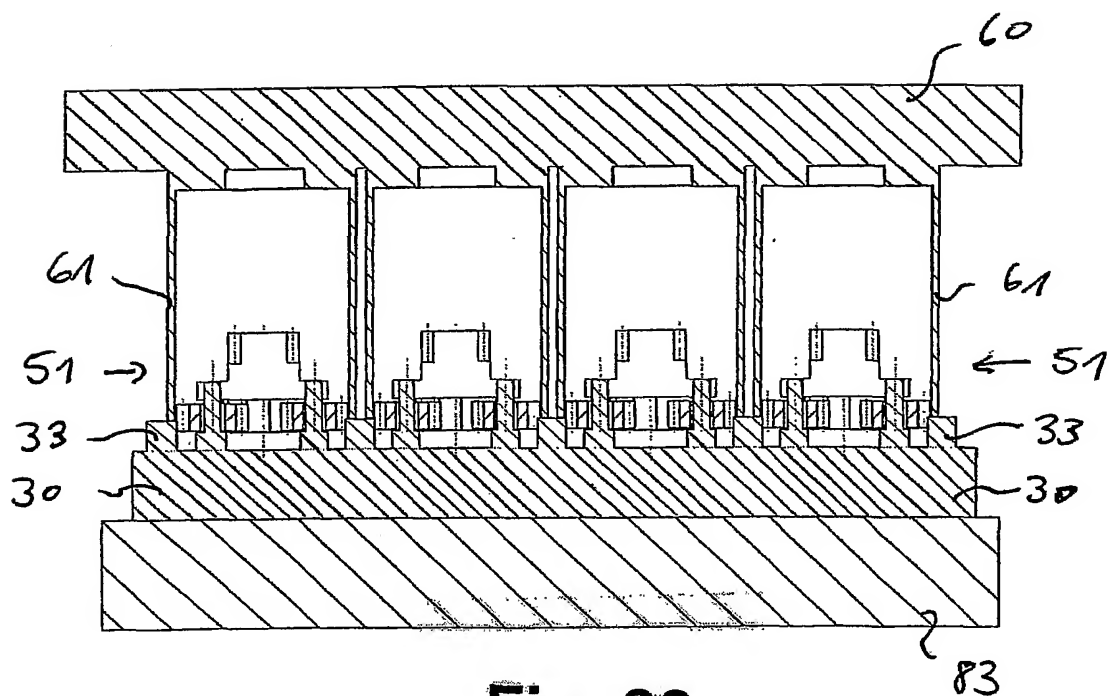


Fig. 38

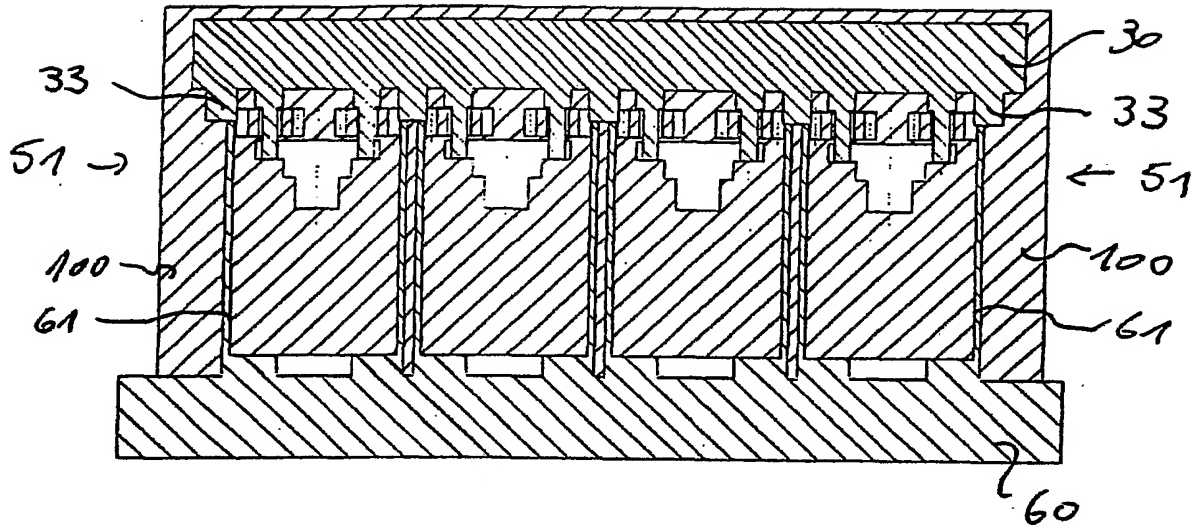


Fig. 39

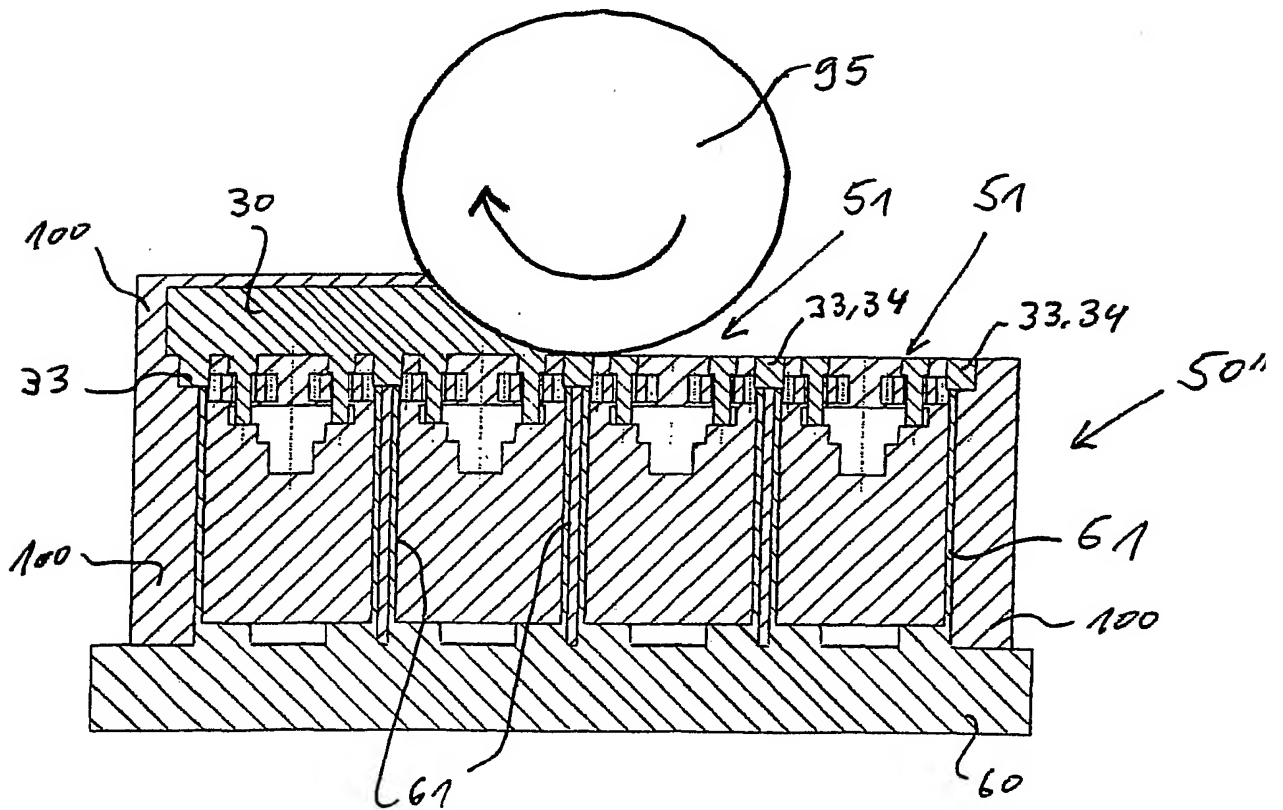


Fig. 40

22/23

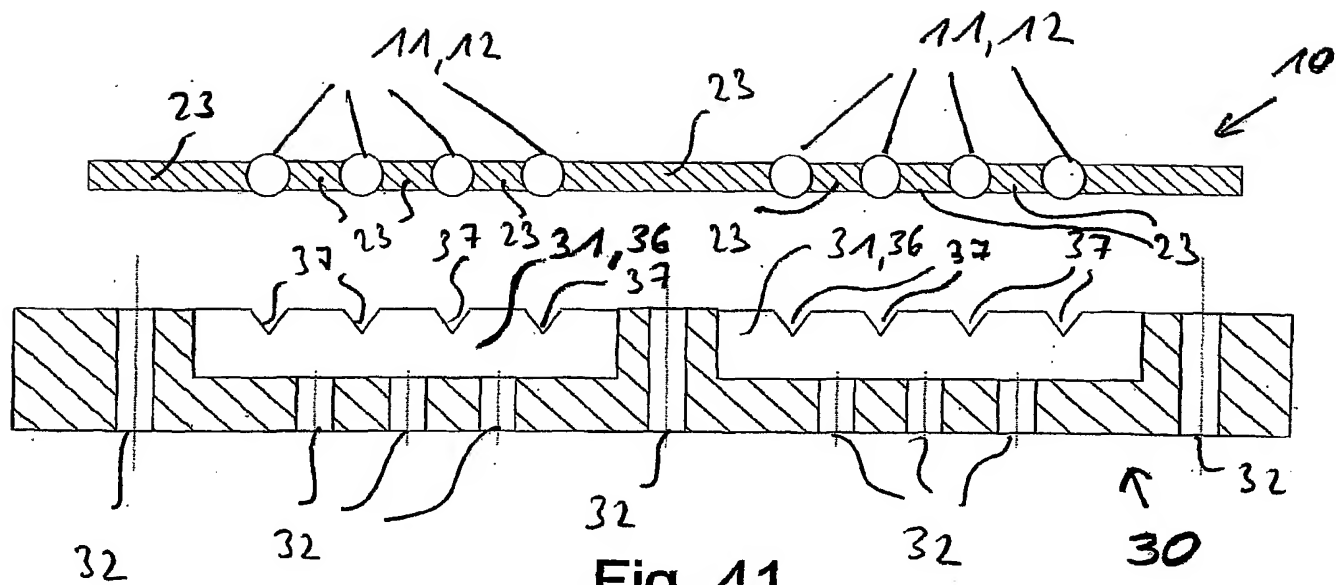


Fig. 41

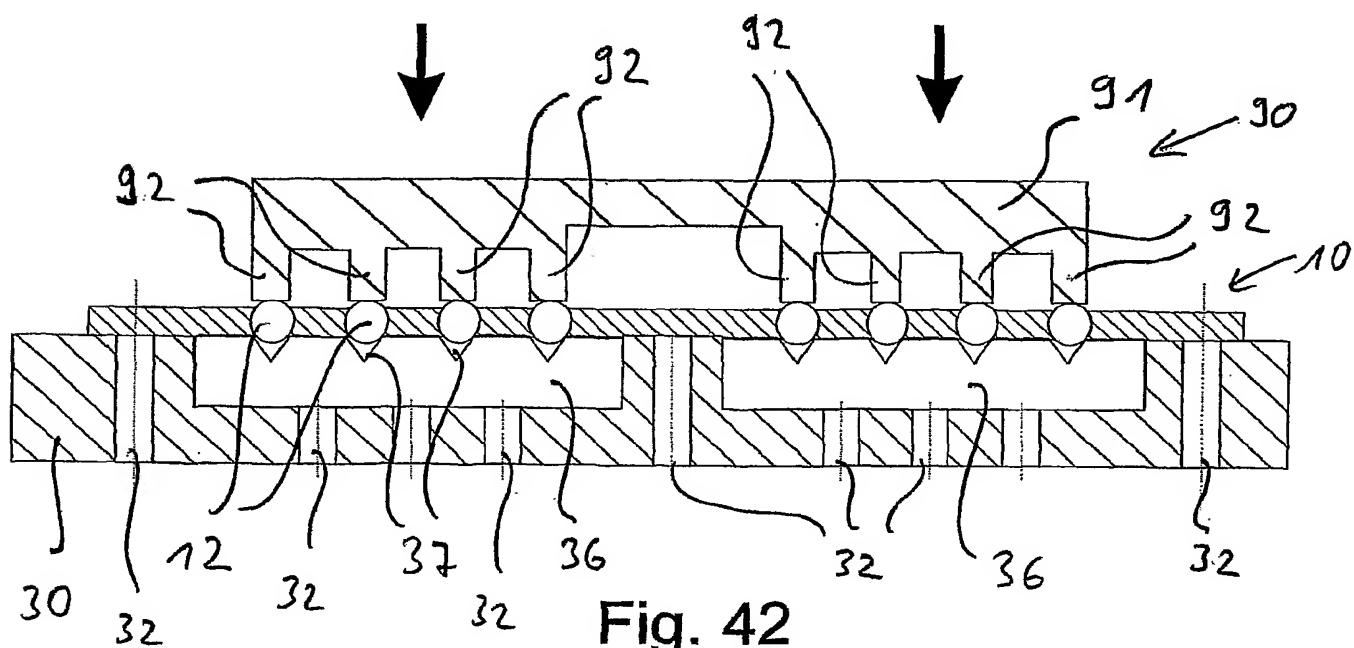


Fig. 42

23/23

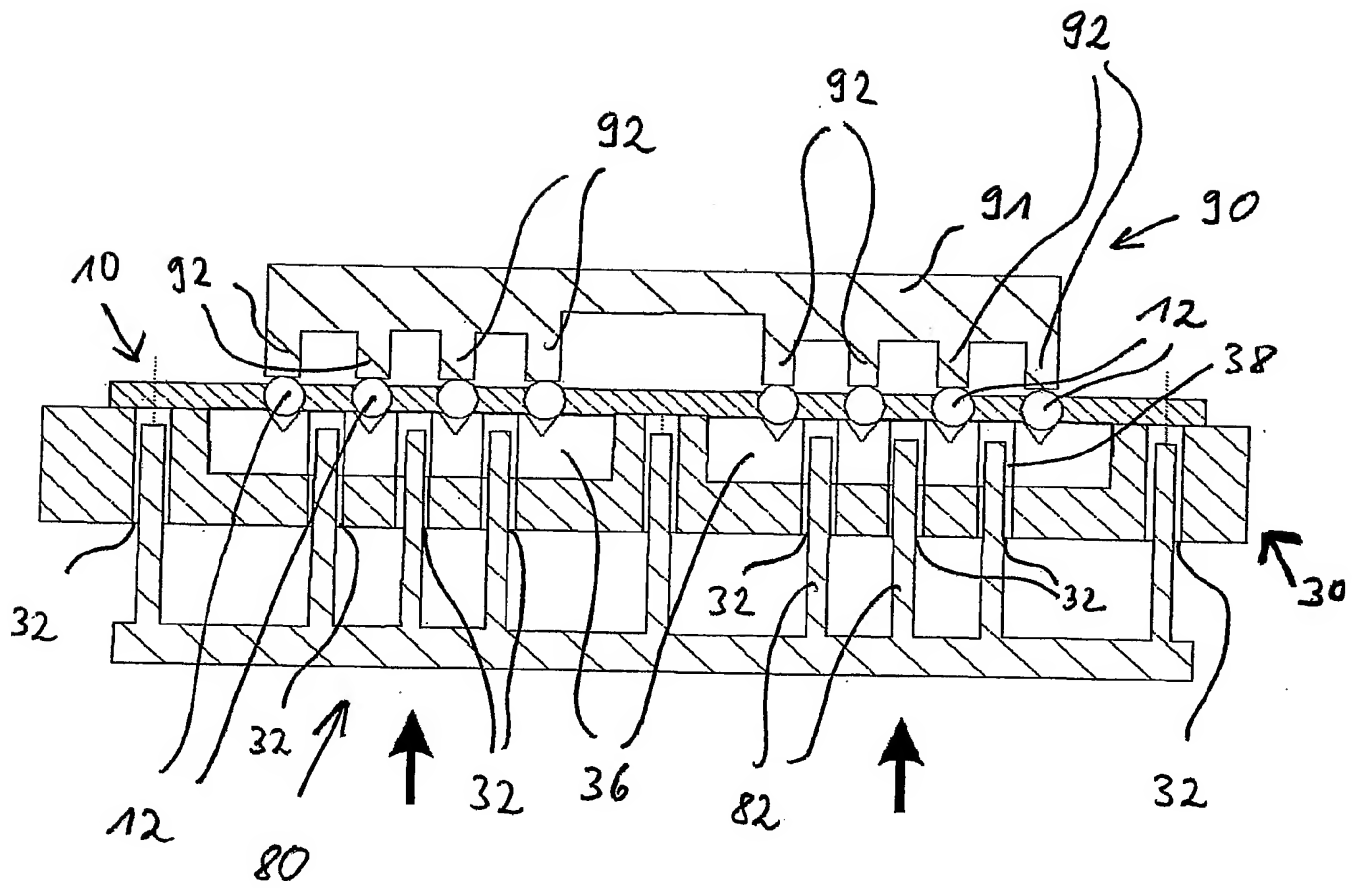


Fig. 43

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/03642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23P19/00 B23P19/04 B23Q7/10 B81C3/00 G04D1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23P B23Q B81C G04D H01L H05K H02N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 09 136 A (INST MIKROTECHNIK MAINZ GMBH) 10 September 1998 (1998-09-10) cited in the application column 3, line 24 -column 4, line 10; claim 22 column 5, line 26 - line 46; figures 5A,5B ---	1,3,15
A	DE 195 35 971 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG ;ACR AUTOMATION IN CLEANROOM DR (DE); INS) 10 April 1997 (1997-04-10) column 8, line 53 -column 9, line 8; figures 1,2,5 --- -/--	1,15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 August 2001

Date of mailing of the international search report

28/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Plastiras, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/03642

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>REINHART G ET AL: "FLEXIBLE MONTAGE VON MINIATURBAUTEILEN" F & M FEINWERKTECHNIK MIKROTECHNIK MIKROELEKTRONIK, CARL HANSER GMBH & CO, DE, vol. 105, no. 1/2, 1997, pages 43-45, XP000721640 ISSN: 0944-1018 cited in the application the whole document</p>	1,15
A	<p>DE 198 40 387 A (KARLSRUHE FORSCHZENT) 14 October 1999 (1999-10-14) claim 1; figures</p>	1,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/03642

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19709136 A	10-09-1998	WO 9839230 A EP 0964821 A	11-09-1998 22-12-1999
DE 19535971 A	10-04-1997	WO 9711888 A EP 0852556 A US 6164448 A	03-04-1997 15-07-1998 26-12-2000
DE 19840387 A	14-10-1999	DE 19840388 A	14-10-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/03642

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B23P19/00 B23P19/04 B23Q7/10 B81C3/00 G04D1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B23P B23Q B81C G04D H01L H05K H02N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 09 136 A (INST MIKROTECHNIK MAINZ GMBH) 10. September 1998 (1998-09-10) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 10; Anspruch 22 Spalte 5, Zeile 26 - Zeile 46; Abbildungen 5A, 5B	1, 3, 15
A	DE 195 35 971 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG ; ACR AUTOMATION IN CLEANROOM DR (DE); INS) 10. April 1997 (1997-04-10) Spalte 8, Zeile 53 - Spalte 9, Zeile 8; Abbildungen 1, 2, 5	1, 15
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^a Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

^{A*} Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

^{E*} älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

^{L*} Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

^{O*} Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

^{P*} Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

^{T*} Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

^{X*} Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

^{Y*} Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

^{&*} Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. August 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Plastiras, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In tionales Aktenzeichen

PCT/EP 01/03642

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	REINHART G ET AL: "FLEXIBLE MONTAGE VON MINIATURBAUTEILEN" F & M FEINWERKTECHNIK MIKROTECHNIK MIKROELEKTRONIK, CARL HANSER GMBH & CO, DE, Bd. 105, Nr. 1/2, 1997, Seiten 43-45, XP000721640 ISSN: 0944-1018 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,15
A	DE 198 40 387 A (KARLSRUHE FORSCHZENT) 14. Oktober 1999 (1999-10-14) Anspruch 1; Abbildungen -----	1,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In ☐ Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/03642

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19709136	A	10-09-1998	WO	9839230 A	11-09-1998
			EP	0964821 A	22-12-1999
DE 19535971	A	10-04-1997	WO	9711888 A	03-04-1997
			EP	0852556 A	15-07-1998
			US	6164448 A	26-12-2000
DE 19840387	A	14-10-1999	DE	19840388 A	14-10-1999